

**OBTENCIÓN DE GRÁNULOS DESHIDRATADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE
PIÑA CAYENA LISA PARA SER USADOS COMO MATERIA PRIMA EN
ALIMENTOS NATURALES E INTEGRALES**



**ANGÉLICA MARÍA ANDRADE MUÑOZ
EDWARD ALFONSO BETANCOURT**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CEAD PALMIRA – VALLE DEL CAUCA**

2013

**OBTENCIÓN DE GRÁNULOS DESHIDRATADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE
PIÑA CAYENA LISA PARA SER USADOS COMO MATERIA PRIMA EN
ALIMENTOS NATURALES E INTEGRALES**

**ANGÉLICA MARÍA ANDRADE MUÑOZ
EDWARD ALFONSO BETANCOURT**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Alimentos**

**DIRECTOR
ING. ARMANDO CAMPO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CEAD PALMIRA – VALLE DEL CAUCA**

2013

El trabajo de grado, titulado “Obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales” y realizado por los estudiantes Angélica María Andrade Muñoz y Edward Alfonso Betancourt, se presenta a la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Alimentos.

Hemos revisado este trabajo de grado y recomendamos su aprobación:

Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Palmira, Marzo de 2013.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestras familias, compañeros de estudio, docentes y aquellas personas que de alguna forma colaboraron en nuestro proceso de aprendizaje y formación profesional ya que la sumatoria de todas sus buenas intenciones y nuestro inagotable entusiasmo por alcanzar los logros fijados han dado como resultado el cumplimiento del objetivo máximo que desde sus inicios fue el ser unos profesionales en ingeniería de alimentos íntegros y con la férrea voluntad de servir a la sociedad aplicando nuestros conocimientos adquiridos en el bienestar de la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias por todo su apoyo incondicional y desinteresado, especialmente Luz Stella Franco y Gloria Lucy Muñoz; su palabra de aliento fue clave para reforzar nuestras fuerzas y ánimo día a día. A todas las personas que han hecho parte de este proceso y han puesto un granito de arena para ver cumplir nuestras metas, por sus consejos sabios que han hecho posible que hoy seamos Ingenieros de Alimentos y personas integrales al servicio de la sociedad. Gracias al equipo de docentes y personal administrativo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y compañeros de estudio por estar a nuestro lado en el diario vivir universitario.

RESUMEN

En la industria de alimentos se usan diferentes métodos que permiten deshidratar frutas, vegetales u otros productos prolongando la conservación de estos y logrando un mayor grado de aplicabilidad y uso por parte de consumidores e industria. Este trabajo tiene como objetivo obtener gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales. En la fase inicial del proceso se osmodeshidrata la cáscara de piña, para esto se seleccionó como jarabe una mezcla de azúcar grado comercial + agua potable, la relación fruta jarabe fue 1:3 p/v a una concentración de 60°Brix y a una temperatura de 20°C por 4 horas, posteriormente en una segunda fase la cáscara osmodeshidratada se sometió a un secado con aire en un horno de deshidratación a 75°C por 6 horas, posteriormente se molió hasta alcanzar un tamaño de partícula de menos de 3 mm de diámetro y se evaluaron las características fisicoquímicas y organolépticas, el porcentaje final de humedad de la cáscara de piña granular fue del 4,3 %, finalmente se concluye que es viable técnica y económicamente el producir gránulos de fruta deshidratada granular bajo las condiciones expuestas.

Palabras claves: cáscara de piña deshidratada granular, osmodeshidratación, secado con aire, análisis sensoriales, porcentaje de humedad.

CONTENIDO

Página

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO	14
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 JUSTIFICACIÓN	15
1.5 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	16
1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	16
1.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1 ESTADO DEL ARTE	19
2.2 MARCO REFERENCIAL	20
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.3.1 Características agroeconómicas de la piña cayena lisa	25
2.3.2 Deshidratación osmótica	26
2.3.3 Deshidratación por aire caliente.....	27
2.3.4 Molienda de la cáscara de la piña.....	28
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO	29
3.1.1 Determinación de la variedad y selección de la materia prima	29
3.1.2 Lavado y desinfección	30
3.1.3 Trozado.....	30
3.1.4 Osmodeshidratación	30
3.1.5 Secado en bandejas por medio de aire caliente.....	31
3.1.6 Molienda y tamizaje.....	31

3.2 MONTAJE DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	33
3.2.1 Enunciado del problema.....	33
3.2.2 Objetivos generales y específicos.....	33
3.2.3 Formulación de hipótesis.....	34
3.2.4 Selección del procedimiento y diseño experimental	34
3.2.5 Análisis preliminar de las cáscaras de piña fresca	35
3.2.6 Metodología para realizar las mediciones de las variables de estudio	36
3.2.7 Realización del experimento.....	38
3.2.8 Aplicación de los métodos estadísticos.....	39
3.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN	40
3.4 ANÁLISIS DE MERCADO	41
3.5 CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA LISA.....	41
3.5.1 Objetivos de la caracterización organoléptica	41
3.5.2 Método usado	42
3.5.3 Materiales, insumos y muestreo del producto para el perfil sensorial	42
3.5.4 Forma de preparación de las muestras y criterios de evaluación.....	42
3.5.5 Metodología y sitios de realización del perfil sensorial.....	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	73
5.1 CONCLUSIONES.....	73
5.2 RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

Página

Grafico 1. Obtención de Gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa en una solución (azúcar grado comercial/agua potable) de 60 °Bx	32
Grafico 2. Esquema del balance de materia para la elaboración de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa usando solución osmótica de 60 °Bx	54
Grafico 3. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo	58
Grafico 4. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo	58
Grafico 5. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo	58
Grafico 6. °Bx del jarabe en función del tiempo.....	59
Grafico 7. °Bx del jarabe en función del tiempo.....	59
Grafico 8. °Bx del jarabe en función del tiempo.....	60
Grafico 9. pH del jarabe en función del tiempo.....	60
Grafico 10. pH del jarabe en función del tiempo.....	61
Grafico 11. pH del jarabe en función del tiempo.....	61
Grafico 12. Temperatura del jarabe en función del tiempo	62
Grafico 13. Temperatura del jarabe en función del tiempo	62
Grafico 14. Temperatura del jarabe en función del tiempo	62

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Definición de atributos organolépticos.....	20
Tabla 2. Definición sustancias de referencia.....	22
Tabla 3. Escala para determinar la intensidad de percepción organoléptica.....	22
Tabla 4. Composición de °Bx de los jarabes para osmodeshidratación.....	34
Tabla 5. Análisis a practicar a las cáscaras de piña cayena lisa.....	35
Tabla 6. Materiales y equipos.....	38
Tabla 7. Características fisicoquímicas de la cáscara seleccionada.....	46
Tabla 8. Parametros del proceso de osmodeshidratación y variables a medir.....	47
Tabla 9. Composición del jarabe de osmodeshidratación para cada tratamiento.....	48
Tabla 10. Cantidad usada de piña y jarabe para cada tratamiento.....	49
Tabla 11. Resultados de las variables de análisis obtenidas en los ensayos para cada tratamiento a través del tiempo.....	55
Tabla 12. Criterio de aceptación o rechazo para el análisis ANOVA en el cambio de humedad de la piña y °Bx del jarabe a medida que transcurre el tiempo (min.).....	63
Tabla 13. (ANOVA) cambio de humedad de la piña a medida que transcurre el tiempo (min.) durante el ensayo para cada tratamiento en la osmodeshidratación.....	64
Tabla 14. (ANOVA) cambio de °Bx del jarabe a medida que transcurre el tiempo (min.) durante el ensayo para cada tratamiento en la osmodeshidratación.....	65

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los trabajos de investigación sobre procesos de deshidratación osmótica, secado por medio de aire caliente y molienda de frutas o cáscara de las frutas, han experimentado un desarrollo significativo tanto en metodología como en desarrollo tecnológico. Inicialmente los procesos de osmodeshidratación y secado de las frutas fueron usados con el fin de prolongar la vida útil de las mismas y así contar con disponibilidad de esta durante periodos prolongados de tiempo. Actualmente y casi de forma rutinaria la industria de alimentos elabora alimentos osmodeshidratados y deshidratados para ser usados en productos terminados o como materia prima de productos intermedios como por ejemplo las frutas cristalizadas, chips de frutas deshidratadas o plantas condimentarias usadas en bases para sopas o cremas instantáneas.

La cáscara de la piña cayena lisa es un subproducto resultante de procesos productivos en la industria de alimentos como la elaboración de pulpas, jugos o mermeladas, su aprovechamiento es supremamente bajo a pesar de que son conocidas sus propiedades nutricionales y funcionales. A nivel industrial un gran porcentaje de este valioso subproducto termina siendo desechado lo que genera un impacto ambiental negativo pues pasa a engrosar el grupo de residuos sólidos depositados en rellenos sanitarios lo que genera problemas de roedores y malos olores.

La demanda de materias primas 100% naturales de fácil aplicabilidad y funcionalidad es creciente y la oferta es baja, es así que en este trabajo se planteó como objeto de estudio la obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa como producto intermedio para ser usado en alimentos naturales e integrales de alta calidad y de granulometría óptima que a su vez sea factible económicamente su producción.

En el desarrollo de este trabajo se aplicó de forma combinada los procesos de osmodeshidratación, secado por aire caliente y molienda, teniendo en cuenta la información bibliográfica que se encuentra de referencia para las frutas o la cáscara. Es así que por medio del método experimental se logramos definir cómo estos procesos al ser integrados permiten obtener gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales.

Con el fin de identificar la metodología adecuada para la obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa se procedió a realizar un análisis preliminar que permitió seleccionar la variedad de piña adecuada para el proceso; posterior a esto se definió la manera óptima de garantizar la mayor inocuidad de la materia prima, seguidamente se sometió a un proceso de trozado y osmodeshidratación donde se realizó un diseño experimental que permitió identificar la concentración de un jarabe (azúcar grado comercial + agua potable) que logre la más eficiente osmodeshidratación de la cáscara de piña cayena lisa. Definido el proceso óptimo de osmodeshidratación el producto elaborado bajo estas condiciones fue ingresado a un horno de secado que opera con aire caliente y ya logrado el nivel de humedad requerido pasó a un etapa de molienda, tamizaje y finalmente se describió mediante balances de materia las etapas del proceso, así como las características organolépticas del producto resultante. Adicional a esto se realizó un análisis de costos y un estudio de mercado para evaluar la factibilidad económica y comercial del proceso y del producto.

El trabajo intenta suministrar información metodológica que permite a investigadores, emprendedores e interesados implementar dichos conocimientos en sus proyectos a fin de aplicar el aprovechamiento de las cáscaras de piña cayena lisa y afines, además de ser referente para futuros trabajos de investigación.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los frutos secos, son un tipo de alimentos que se consumen en pequeñas cantidades como aperitivo o formando parte de otros alimentos procesados. Estos mismos productos aceptan muchas formas de consumo, como los snack y también productos de panificación.

Los consumidores actuales de productos naturales e integrales esperan un mayor grado de innovación y calidad en cuanto a sus características organolépticas, de funcionalidad e ingredientes que los componen y presentación final. Así mismo existe una expectativa respecto al precio final, lo que implica retos para el fabricante al tener que trabajar con materias primas de bajo costo que impliquen un bajo desembolso económico por parte del consumidor.

Actualmente en Colombia el mercado de los frutos secos granulados se encuentra en una etapa de desarrollo insipiente, es así que pocas empresas a nivel nacional disponen de la tecnología para su fabricación lo que genera una oportunidad para su desarrollo, en vista que la industria lo requiere como materia prima en la fabricación de sus productos, ejemplo de estas son la industria de galletería, panificación y alimentos naturales e integrales.

Por otra parte, uno de los problemas presentados en plantas que fabrican pulpa de fruta y para nuestro caso de estudio la piña, es la disposición final que se da a la cáscara de la misma representada en un 25% del peso total de la fruta fresca. Esta es desechada al no tener un aprovechamiento claro como subproducto, implicando un incremento en los costos de producción y disposición final que se transfieren al consumidor.

1.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO

Se plantea como hipótesis para el presente trabajo que al combinar los procesos de osmodeshidratación, secado, y molienda de la cáscara de piña cayena lisa se logre obtener gránulos deshidratados de óptima calidad para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Obtener mediante la combinación de los procesos de osmodeshidratación, secado, y molienda de la cáscara de piña cayena lisa gránulos deshidratados para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar cada una las características fisicoquímicas de la cáscara de piña cayena lisa que será usada para todos los posteriores procesos y etapas de cubicado, osmodeshidratación, secado y molienda, identificando las variables involucradas en cada uno de los mismos.
- Identificar mediante balances de materia los flujos del proceso y pérdidas que se dan en cada etapa que permiten obtener gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa.
- Analizar por medio de la herramienta estadística ANOVA los datos obtenidos a nivel de laboratorio mediante la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de los procesos de tal

forma que se pueda deducir si cada uno de los factores o una interacción entre ellos tienen influencia significativa en el resultado.

- Realizar análisis de costos de producción para la obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa.
- Plantear un análisis de mercadeo para la comercialización de los gránulos deshidratados fabricados a partir de la cáscara de piña cayena lisa.
- Caracterizar fisicoquímica y organolépticamente del producto terminado que se obtendrá del proceso de deshidratación y molienda.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los frutos secos y las materias primas de origen natural han tenido un incremento en su demanda en los últimos tiempos y algunas compañías se han preocupado por suministrarlos a la industria, cuando se habla de gránulos de fruta deshidratada que se puedan usar para la fabricación de productos naturales o integrales y en particular los obtenidos a partir de la cáscara de piña cayena lisa, se encuentra que la oferta de esta materia prima es menor a la demanda ya que muy pocas empresas cuentan con la tecnología para fabricarla, esto nos lleva a trabajar en la obtención de la misma de tal forma que su proceso sea técnica y económicamente factible.

El aprovechamiento de un subproducto como es la cáscara de piña cayena lisa en muchos procesos, permite reducir costos en los mismos al darle valor agregado a este componente que antes no tenía, de esta forma los consumidores finales se verán beneficiados al obtener productos de menor precio y es otra razón por la cual se debe abordar y trabajar el tema.

Para abordar este proyecto es necesario evaluar cada una de las características de los componentes de las materias primas escogidas y que serán usados en los posteriores procesos así como las variables que hacen parte de estos.

1.5 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El presente estudio permitirá a futuros investigadores o emprendedores contar con una fuente de información que oriente de forma asertiva y con fundamento científico lo referente al proceso de obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales, y plantea bases que permiten dinamizar la investigación de la cáscara de las frutas como subproducto valioso, técnica y económicamente viable y de amplia aplicabilidad en la industria de alimentos.

Dentro de los temas que podrá indagar se encuentra desde los estudios de mercado, análisis de las características fisicoquímicas, método para la obtención del producto e información de los diferentes ensayos realizados.

1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Dentro de las limitantes del estudio podemos mencionar:

- Para el proceso de trozado de la fruta no se cuenta con un equipo que permita obtener uniformidad en las dimensiones de las porciones de la cáscara de piña, de tal forma que el proceso se realizará de forma manual con la ayuda de cuchillos.
- En el proceso de mezcla del azúcar y el agua para elaborar el jarabe de osmodeshidratación no se cuenta con una marmita de acero inoxidable que garantice condiciones óptimas de operación en el proceso y se tomará como

alternativa su elaboración en recipientes plásticos previamente lavados y desinfectados.

- Para el transporte de las cáscaras de piña desde la planta que la suministró hasta el laboratorio de ensayo no se cuenta con un vehículo para transporte de alimentos lo que implica el uso de tambores plásticos desinfectados con bolsa interna de polietileno siendo transportadas por un servicio particular.

1.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Osmodeshidración: Es una técnica que aplicada a productos hortofrutícolas que permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50-60% en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles. Si bien el producto obtenido no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o una congelación, un producto final de buena calidad organoléptica.

Actividad acuosa. (Aw): Es la cantidad de agua que se encuentra disponible en un alimento y que se considera necesaria para el crecimiento y proliferación de microorganismos.

Buenas prácticas de manufactura: Son los principios básicos y prácticas generales de higiene para la correcta manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Proceso tecnológico: Es la secuencia de etapas u operaciones que se aplican a las materias primas y demás ingredientes para obtener un alimento. Esta definición incluye la operación de envasado y embalaje del producto terminado.

Desinfección y descontaminación: Es el tratamiento fisicoquímico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgos para la salud pública y reducir sustancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento.

Equipo: Es el conjunto de maquinaria y sus accesorios, utensilios, recipientes, tuberías, vajilla y demás implementos que se deban emplear en la fabricación, procesamiento, preparación, envase, fraccionamiento, almacenamiento, distribución, transporte, y expendio de alimentos y sus materias primas.

Ingredientes primarios: Son elementos constituyentes de un alimento o materia prima para alimentos, que una vez sustituido uno de los cuales, el producto deja de ser tal para convertirse en otro.

Ingredientes secundarios: Son los elementos constituyentes de un alimento o materia prima para alimentos, que de ser sustituidos, pueden determinar el cambio de las características del producto, aunque este continúe siendo el mismo.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ESTADO DEL ARTE

Abordando el tema de la obtención de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales se encuentran referencias de estudios a nivel bibliográfico de carácter científico en los siguientes términos.

En el artículo científico, Propiedades funcionales de harinas altas en fibra obtenidas de piña, guayaba y guanábana (Alejandra & Pacheco de Delahay, 2009) se compararon las propiedades funcionales de las harinas de altos contenidos en fibra (13.65-65,64%) obtenidas de guanábana, guayaba y piña deshidratadas, con una fibra comercial (Vitacel ®) para evaluar su potencial uso de alimentos.

En uno de sus artículo científicos, El secado directo e indirecto de piña, recibido para su posterior evaluación (Muñoz & Cabrera, 2006) realizaron una serie de análisis del comportamiento de la velocidad de secado de cáscara de piña mediante secado directo e indirecto. Los experimentos se realizaron utilizando un deshidratador solar y un secador de contacto directo a escala piloto.

Dentro de los más recientes avances en tecnología de secado de alimentos se puede mencionar el método de ventana Refractance ® (RW) que es un sistema novedoso para la transformación de productos líquidos y otros biomateriales relacionados en forma de polvos, copos u hojas. En este método, los purés o jugos preparados de frutas, verduras o hierbas secan en tiempos cortos, típicamente 3-5 min, dando como resultado productos de excelente color, sin perder vitaminas, poder antioxidante y retención. Este sistema es simple y económico comparado con

otros métodos como el de liofilización. En los sistemas de secado RW la energía térmica es transferida desde el agua caliente a una película de puré o jugo para diluirse en una cinta transportadora de plástico, estos sistemas de secado operan a presión atmosférica (Caleb, 2007).

2.2 MARCO REFERENCIAL

Con el fin de determinar una estrategia para abordar los objetivos específicos del trabajo es importante contar con información referente a las operaciones unitarias y balances de materia en la deshidratación y molienda, temas que son ampliamente tratados y documentados a nivel de Ingeniería de Alimentos o de Ingeniería química como operaciones unitarias en la Ingeniería de Alimentos (Albert, 2005).

Refiriéndonos a la caracterización fisicoquímica y organolépticamente los gránulos deshidratados de la cáscara de piña, existen trabajos que nos pueden brindar orientación al respecto, un ejemplo es el que define el desarrollo de rodajas de piña deshidratada y su análisis (Hernandez & Cornejo, 2011).

Como base para la elaboración del perfil sensorial y definición de los atributos organolépticos se cuenta con un documento sobre análisis sensorial, donde se especifican las definiciones de los atributos organolépticos, sustancias de referencia y escala para determinar la intensidad de percepción, este es suministrada por la compañía y casa saborista Química Aromática Andina (Insingths, 2002).

Tabla 1. Definición de atributos organolépticos

DESCRIPTOR	DEFINICIÓN
Pantone	Guía internacional de colores que suministra un método preciso para la selección y control de colores
Polvo granulado	Polvo seco, no impalpable, con partículas granulares
Líquido Incoloro	Que no presenta color

Transparente	Se dice que un material es transparente cuando deja pasar fácilmente la luz
Libre de impurezas	Totalmente limpio sin contaminación
Textura granular	Consistencia del polvo no impalpable con gránulos
Olor y sabor frutal	Olor y sabor característico a frutas frescas, nota perfumada de un fruto fresco, olor y gusto del fruto crudo,
Olor dulce	Sensación olfatoria que se identifica con la miel o el melado
Olor y sabor a piña	Olor y sabor característico a piña
Olor y sabor a vainilla	Olor y sabor característico a vainilla
Olor y sabor cítrico	Olor y sabor característico de las notas ácidas – frutales característica de los frutos cítricos
Olor y sabor artificial	Olor y sabor fingido, que no es natural
Olor y sabor confitado	Olor que evoca el de las frutas maduras o confitadas es decir reducidas por cocción y ricas en materia azucarada
Olor alcohol	Olor característico a alcohol
Olor y sabor a licor	Olor y sabor característico a licor - nota frutal dulce –
Olor y sabor a madera	Olor y sabor característico de la madera seca
Amargo	Sensación fuerte en la parte posterior de la lengua
Ácido	Sensación fina en la parte posterolateral de la lengua que produce salivación
Refrescante	Sensación fresca que estimula tanto los tejidos nasales como orales
Picante	Sensación quemante, cortante y aguijoneante que irrita tejidos blandos de la boca
Dulce	Sensación agradable y suave percibida en la punta de la lengua
Sabor remanente o Sabor residual	La presencia de las diferentes notas de sabor en la boca después que la muestra es tragada (o expulsada)
Persistencia	Percepción continua del mismo sabor después que la muestra ha sido tragada (o expulsada)

Tabla 2. Definición sustancias de referencia

Descriptores	Sustancias utilizadas
Astringente	Solución acuosa de ácido tánico
Ácido	Solución acuosa de ácido cítrico
Amargo	Solución acuosa de cafeína anhidra
Caramelo	Solución acuosa de caramelo utilizada en repostería
Vainilla	Solución acuosa de vainilla utilizada en repostería
Licor	Solución acuosa de vino utilizada en repostería
Picante	Solución acuoso de clavos de olor
Dulce	Solución acuosa de azúcar
Refrescante	Solución acuosa de menta
Banano	Solución acuosa de banano utilizada en repostería
Cítrico	Solución acuosa de frutas cítricas utilizada en Investigación y Desarrollo
Limón	Solución acuosa de limón utilizada en repostería
Metálico	Solución acuosa de sulfato de hierro
Madera	Solución acuosa con olor y sabor a madera utilizada en Investigación y Desarrollo de productos
Ahumado	Solución acuosa con sabor y olor a humo utilizada en culinaria

Tabla 3. Escala para determinar la intensidad de percepción organoléptica

ESCALA	PERCEPCIÓN
0	Ninguna
1	Diferente al agua, pero gusto no identificable
2	Identificable, pero muy débil
3	Débil
4	Medio
5	Moderado
6	Fuerte
7	Muy fuerte

Dentro de los métodos de deshidratación podemos mencionar como el pionero el de acción solar, además de ser el de más bajo costo de operación, posteriormente están los de fuente de calor alternativa la cual puede ser suministrada por energía eléctrica, gas u otro tipo de fuente de energía donde es calentado el aire que posteriormente ayuda a retirar lentamente la humedad de los productos. Para que este proceso pueda llevarse a cabo de forma directa es necesario que la presión de vapor de agua en el aire que rodea al producto a deshidratar sea significativamente inferior a su presión parcial saturada a la temperatura de trabajo. Otro de los métodos usados es el de deshidratación por rocío, en este el producto a deshidratar es un fluido que se dispersa en forma de una pulverización atomizada en una contracorriente de aire seco y caliente, de modo que las pequeñas gotas son secadas, cayendo al fondo de la instalación.

Un sistema un poco más reciente es el de secado por vacío. Este sistema presenta la ventaja de que la evaporación del agua es más fácil con presiones bajas. En los secadores mediante vacío la transferencia de calor se realiza mediante radiación y conducción y pueden funcionar por batches o mediante banda continua con esclusas de vacío en la entrada y la salida.

En la deshidratación por congelación la eliminación de agua se da directamente desde el hielo y esto se consigue manteniendo la temperatura y la presión por debajo de las condiciones del punto triple (punto en el que pueden coexistir los tres estados físicos) lo que permite garantizar condiciones organolépticas excepcionales por otra parte y un poco más complejo es la deshidrogenación donde por un sistema compuesto por una primera fase de deshidratación y una posterior congelación rápida se logra el secado del producto, una de las ventajas de este sistema es que se permite reducir en gran medida la deshidratación y rehidratación, este método es más conocido como liofilización. (Barbosa, Vega, & Ibarz, 2000).

En referencia a la determinación de las estructuras de costos y análisis de mercado se cuenta con soportes bibliográficos como el módulo de costos y presupuestos (Marulanda, 2005) y el Módulo de Fundamentos de Mercadeo (Vargas, 2011) y diferentes publicaciones.

Para establecer el análisis científico de los datos y su posterior diseño experimental contaremos con herramientas estadísticas como el análisis de varianza (ANOVA), tema que se explica y trata con suficiencia en el módulo de diseño experimental (Riaño, 2005).

El auge por el consumo de productos naturales o integrales es reciente y hace parte de una nueva tendencia mundial encaminada hacia hábitos de vida saludables, no obstante es sentida la necesidad de incrementar la oferta de este tipo de productos lo que implica el realizar los estudios necesarios que permitan identificar aquellos procesos y variable involucradas logrando trasferrir el conocimiento y dinamizar la fabricación de esta materia prima por parte de los fabricante de frutas deshidratadas.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

El aporte ingenieril que brinda este trabajo es la combinación de los procesos de osmódeshidratación, secado por aire caliente y molienda, teniendo en cuenta la información bibliográfica que se encuentra de referencia para las frutas o la cáscara. Es así que por medio del método experimental lograremos definir cómo estos procesos al ser integrados permiten obtener gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa para ser usados como materia prima en alimentos naturales e integrales.

2.3.1 Características agroeconómicas de la piña cayena lisa

Ananás comosus – variedad cayena lisa: Su cultivo en Colombia se puede ubicar mayoritariamente en el Valle del Cauca y el Viejo Caldas, donde se cultiva con miras a la exportación y a la agroindustria, principalmente. Sus hojas presentan espinas en la parte superior y algunas en la base.

Su fruto es de color amarillo oro cuando está madura y presenta corona sencilla, aun cuando es común encontrar coronas múltiples y fasciadas. Su pulpa es de color amarillo brillante, con un alto contenido de sólidos solubles y de ojos muy profundos. Al igual que la piña manzana, presenta poca resistencia a la manipulación (Universidad de antioquia; facultad de química farmaceutica).

Proceso poscosecha

Criterios de Calidad: El producto debe presentarse fresco y sano, sin elementos extraños, en estado pintón y textura firme; sin deformaciones y con una sola corona. El pedúnculo debe tener entre 2 y 3 cm.

Empaque: En Colombia el empaque es realizado en las fincas directamente por el productor, utilizando guacales y costales de cabuya.

Almacenamiento: Se realiza entre 7° y 13°C a humedad relativa del 90 a 95% para conservar la fruta en óptimas condiciones por 2 a 4 semanas. La piña es muy susceptible al daño por frío; por debajo de 6°C la corteza se torna de color pardo, la pulpa se ablanda y la corona se marchita y desprende, la fruta pierde sabor (Universidad de antioquia; facultad de química farmaceutica).

2.3.2 Deshidratación osmótica

La OSMOSIS es el fenómeno de difusión de líquidos o gases donde a través de una sustancia permeable para alguno de ellos, la aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas al soluto, por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas, el proceso cuenta con las siguientes etapas:

- Preparación de la fruta: Se debe seleccionar una fruta que posea estructura celular rígida o semi rígida. Es decir que se puede cortar en trozos como cubos, tiras o rodajas. No servirían para este propósito frutas que posean pulpa líquida.
- Lavado de la fruta: Puede trabajarse entera o en trozos. Si la cáscara es muy gruesa y poco permeable no permite una deshidratación rápida. En este caso se puede retirar la cáscara o aplicarle un tratamiento de permeabilización.
- Tratamiento de permeabilización: Puede consistir en disolver la película de cera presente en la cascara con una sustancia apropiada o someter la fruta a un tratamiento de escaldado, es decir mediante la acción de calor durante un tiempo de 1 a 3 minutos.

- Escaldado: Disminuye la selectividad de las paredes de las células, con lo que se acelera la deshidratación.

Los niveles de pérdida de peso promedio para piña, obtenido de diferentes ensayos es de al rededor del 40%, al cabo de cerca de seis horas de inmersión en jarabe de 60 °Bx con agitación de 20 a 25 °C.

El proceso de osmodeshidratación se puede aplicar hasta niveles donde la fruta pierde cerca del 70 al 80% de su humedad si se deja el tiempo suficiente dentro de sacarosa o un jarabe de 70%. El producto tiene sus características específicas que en la mayoría de los casos son bastante aceptables.

Los trozos se extraen del jarabe y la mayor parte de este se retira por medio de un rápido enjuague y posterior escurrido. Los trozos, según el grado de deshidratación alcanzado, se puede someter a procesos complementarios que le otorgaran mayor estabilidad hasta el punto de poderse mantener a condiciones ambientales con un empaque adecuado.

Algunos de los procesos complementarios que se pueden mencionar son la refrigeración, congelación, pasterización, liofilización, secado con aire caliente, adición de conservantes o empacado en vacío.

Con estos procesos se logra prolongar la vida útil de almacenamiento de los productos, dependiendo de la utilización que se le vaya a dar. (Olarte, 2012).

2.3.3 Deshidratación por aire caliente

La deshidratación por aire caliente de productos vegetales y frutas es una de las operaciones unitarias que ampliamente es utilizada por la industria alimentaria. En ella transcurren simultáneamente transferencia de calor y masa a través de la

membrana plasmática celular, acompañada de un cambio de fase. Más aún, puesto que la deshidratación implica la remoción de agua del alimento, se disminuye el potencial desarrollo de microorganismos y también reacciones químicas indeseadas prolongándose la vida útil del producto. Como ventajas complementarias se permite su almacenamiento y transporte a un bajo costo. (Puente, Lastreto, Mosqueda, Saavedra, & Córdoba, 2010).

2.3.4 Molienda de la cáscara de la piña

La molienda o molturación es la operación mediante la cual los granos son triturados y reducidos a partículas de diversos tamaños, separables entre ellos por medios mecánicos. Este proceso se lleva a cabo regularmente de forma gradual a través de lo que habitualmente se ha denominado “pasadas”. Después de cada proceso de reducción gradual, es de mayor importancia un cernido y una clasificación en profundidad, obteniéndose en cada pasada diferentes fracciones. (Caballero, y otros, 2008).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

El método experimental que se desarrolló en este trabajo consta de varias etapas como determinación de la variedad, lavado y desinfección, trozado o cubicado, osmodeshidratación, secado, molienda y tamizaje. En cada una de las etapas se analizará las variables del proceso y se analizarán los resultados, las materias primas serán adquiridas con recursos propios, las instalaciones, equipos de procesos y medición serán facilitados por la empresa Agrícola Himalaya S.A.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO

3.1.1 Determinación de la variedad y selección de la materia prima

Para determinar la variedad de piña con la que trabajamos se tuvo en cuenta:

1. Disponibilidad de la materia prima (cáscara de piña).
2. Características organolépticas deseadas en el producto final.

Durante el proceso de selección de las cáscaras de piña con que se desarrollaron las diferentes etapas se realizaron las siguientes actividades:

1. Retirada del material diferente a las cáscaras de piña como hojas de la corona de la misma u otras impurezas que se puedan presentar y que por inspección visual se logren identificar.
2. Determinar la cantidad inicial de Kg de cáscara de piña seleccionada con que se desarrollara el proceso.
3. Determinar las características fisicoquímicas de la cáscara de piña cayena lisa seleccionada.

3.1.2 Lavado y desinfección

Las cáscaras de piña antes de ser procesada deben ser liberadas de impurezas y contaminación como la tierra adherida, jugo seco, insectos y residuos químicos. Esto se realizó con agua potable. Luego se debieron introducir en un recipiente con solución de hipoclorito de sodio a 25 ppm durante por lo menos 12 minutos con el fin de reducir carga microbiana, finalmente se enjuagaron con abundante agua para retirar el cloro residual.

3.1.3 Trozado

A fin de lograr una mayor superficie de contacto entre el aire caliente y las cáscaras de piña que mejore el proceso de deshidratación se realizó un trozado cuidadoso de las mismas, procurando que las estas quedaran de aproximadamente $2,0 \pm 0,5\text{cm}^2$ cuadrados.

3.1.4 Osmodeshidratación

Condiciones de operación del proceso de osmodeshidratación: El proceso fue realizado en el laboratorio de Agrícola Himalaya S.A. a presión atmosférica, y una temperatura promedio de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$.

En intervalos de 20 minutos se agitó toda la mezcla y cada 60 minutos y durante 300 minutos se realizó un detallado seguimiento al porcentaje de humedad de la fruta, concentración de grados $^{\circ}\text{Bx}$ en la solución y temperatura del jarabe.

Pesaje de la fruta: El pesaje de las cáscaras de piña se realizó usando como equipo de medición una balanza Ohaus Scout Pro para en cada uno de los tratamientos (3 tratamientos).

Medición Volumen: Para el proceso de osmodeshidratación se seleccionó como jarabe una mezcla de azúcar grado comercial + agua potable, cumpliéndose una relación 1:3 peso de piña / volumen del jarabe de osmodeshidratación.

Inmersión: Se realizó la inmersión de las cáscaras de piña en el jarabe, asegurando el total cubrimiento de las mismas por este.

Proceso de escurrido y pesaje: Completado el tiempo planteado para el desarrollo del proceso, las cáscaras de piña osmodeshidratada fueron ubicadas en mallas plásticas con el fin de retirar el exceso de jarabe en la superficie, posteriormente se pesaron y se realizó la medición de humedad.

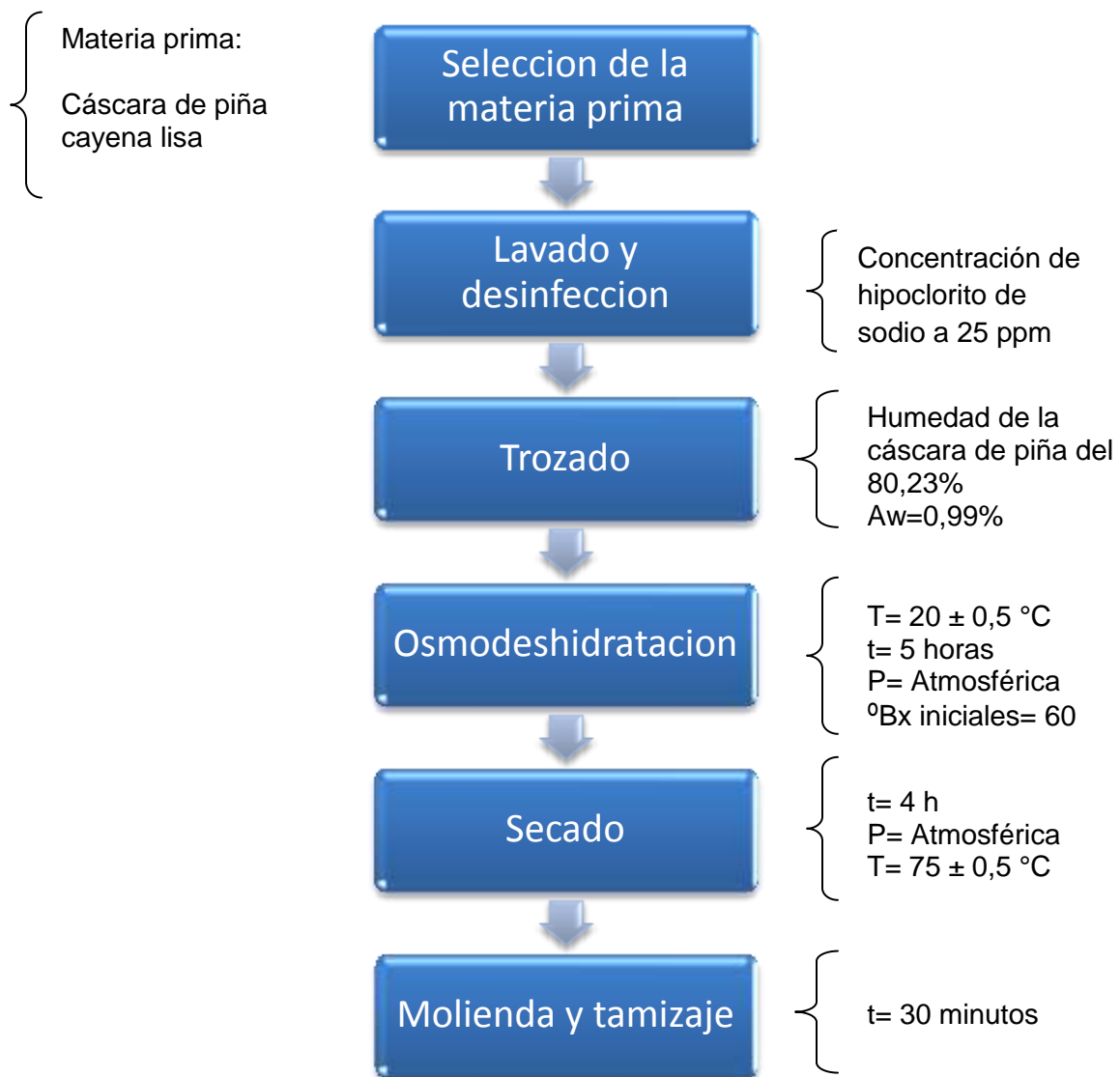
3.1.5 Secado en bandejas por medio de aire caliente

El proceso de secado se realizó a una temperatura de 75 °C de tal forma que el producto obtenido tuviera una estructura de fracturabilidad que facilite su posterior proceso de molienda, temperaturas por debajo de esta nos darán como resultado productos gomosos que generan en el proceso de molienda apelmazamiento e imposibilidad de generar gránulos sueltos.

3.1.6 Molienda y tamizaje

Los trozos de cáscara de piña deshidratados pasaron a un molino de martillos marca PENAGOS TP1, el cual posee una criba incorporada de 8 mesh que permite solo la salida de gránulos con tamaño de partícula de 2.362 mm. El producto obtenido se tamizó en malla de 8 mesh y 32 mesh (Tamiz de Ensayo Estándar Americano), a fin de conocer con mayor certeza la granulometría obtenida del proceso de molienda.

Grafico 1. Obtención de Gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa en una solución (azúcar grado comercial/agua potable) de 60 °Bx



3.2 MONTAJE DEL DISEÑO EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

3.2.1 Enunciado del problema

Se desconoce cuál es el grado de concentración expresado en °Bx de un jarabe (azúcar grado comercial/agua potable) que permite osmodeshidratar cáscaras de piña cayena lisa con la mejor relación de tiempo vs pérdida de humedad y de la forma técnica y económica más eficiente.

3.2.2 Objetivos generales y específicos

Objetivo general: Identificar la concentración de un jarabe compuesto por (azúcar grado comercial/agua potable) que logre la más eficiente osmodeshidratación de las cáscaras de piña cayena lisa.

Objetivos específicos

- Identificar el porcentaje de humedad perdido en las cáscaras de piña cayena lisa con jarabes a diferentes concentraciones en °Bx a través del tiempo.
- Determinar la velocidad de la pérdida de humedad para las cáscaras de piña cayena lisa a través del tiempo.
- Determinar cambios en la concentración de °Bx del jarabe a través del tiempo.
- Determinar cambios en la temperatura del jarabe a través del tiempo.

3.2.3 Formulación de hipótesis

La hipótesis que se plantea es que al menos una de las soluciones de jarabe (azúcar grado comercial/agua potable) usado para el proceso de osmodeshidratación de las cáscaras de piña cayena lisa, permite por su concentración de sólidos solubles (°Bx) una mayor pérdida de agua y por consiguiente un mayor grado de deshidratación de las mismas en un tiempo más corto.

3.2.4 Selección del procedimiento y diseño experimental

Tipo de diseño experimental seleccionado: El tipo seleccionado de diseño experimental fue el de una variable y sin bloquear ya que permite identificar como una variable que para nuestro caso es concentración expresada en °Bx de jarabe (azúcar grado comercial/agua potable), afecta una o más variables de respuesta como pérdida de humedad y velocidad de pérdida de la humedad, los 3 tratamientos que se trabajaran son niveles seleccionados de la variable experimental.

Lugar de realización: Laboratorio de Agrícola Himalaya S.A.

Tratamientos: Se realizaron tres tratamientos donde se sometió a las cáscaras de piña cayena lisa a una inmersión en jarabes (azúcar grado comercial/agua potable) con diferente concentración como se explica en la tabla 4.

Tabla 4. Composición de °Bx de los jarabes para osmodeshidratación

TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
Jarabe (azúcar grado comercial/agua potable) de 55 °Bx	Jarabe (azúcar grado comercial/agua potable) de 60 °Bx	Jarabe (azúcar grado comercial/agua potable) de 65 °Bx

Repeticiones: Se realizaron seis mediciones en cada tratamiento para cada una de las variables de estudio, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos durante 300 minutos, cada medición tubo tres repeticiones.

Variables de estudio:

Se analizaron las siguientes variables.

- Tiempo vs humedad.
- Tiempo vs °Bx del jarabe.
- Tiempo vs temperatura del jarabe.

3.2.5 Análisis preliminar de las cáscaras de piña fresca

Se realizaron los análisis que se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Análisis a practicar a las cáscaras de piña cayena lisa

Materia prima: Cáscaras frescas de piña cayena lisa	
Análisis	Objetivo del análisis
Peso	Determinar las cantidades iniciales objeto de tratamiento.
°Bx	Determinar la concentración de los sólidos solubles de la cáscara fresca.
T	Determinar la temperatura de las cáscaras al iniciar el tratamiento.
pH	Determinar el pH de la cáscara al inicio del tratamiento.
Organoléptico	Determinar las características organolépticas iniciales de la materia prima (color, olor, sabor, textura).

3.2.6 Metodología para realizar las mediciones de las variables de estudio

Determinación del porcentaje de humedad

Esta característica se obtuvo mediante la ayuda de la determinadora de humedad SARTORIUS MA 45 el cual opera con una fuente calefactora infrarroja optimizada para un calentamiento rápido y homogéneo de las muestras.

Procedimiento:

- Se verifica que en la pantalla de la balanza aparezca la frase Stand By, y se oprime la tecla de encendido.
- Se coloca un plato de aluminio limpio en el soporte para platillo de la balanza (estructura metálica con forma de x), se seleccione la palabra TARA y se oprime ENTER.
- Con ayuda de una espátula, se agregue sobre el plato de aluminio la cantidad necesaria para realizar la determinación (10g), el producto debe quedar bien distribuido sobre él, la lectura del peso aparecerá en la pantalla. El equipo controla que el peso este en un rango de $\pm 20\%$ del establecido para poder realizar el análisis.
- Se cierra la cubierta de la balanza; el análisis empezará de inmediato.
- El equipo envía una señal acústica al terminar el análisis, y este se da por terminado al registrar una variación de peso no mayor a 7mg durante 24 segundos.

Repeticiones: Se realizaron seis mediciones a la cáscara de piña cubicada en cada uno de los tratamientos, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos durante 300 minutos, cada medición tubo tres repeticiones.

Determinación de Sólidos Solubles Totales (°Bx)

Esta característica se determinó con el refractómetro digital HANNA HI 96801.

Procedimiento: Se calibra el refractómetro llevándolo a cero con agua destilada y luego se vierte una o dos gotas de la muestra en el aro de acero inoxidable y prisma vidrio flint, posteriormente se oprime la tecla READ y enseguida se reporta el dato que se visualiza en la pantalla LCD del equipo.

Repeticiones: Se realizaron seis mediciones al jarabe de osmodeshidratación en cada uno de los tratamientos, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos durante 300 minutos, cada medición tubo tres repeticiones.

Determinación de la Temperatura (°C)

Esta característica se determinó con el termómetro digital HANNA HI 145-00, el cual cuenta con las siguientes especificaciones técnicas:

Rango: De -50 a 220 °C

Resolución: 0,1 °C (-50 a 199 °C)

Precisión: $\pm 0,3$ °C (-20 a 90 °C)

Procedimiento: Se encenderá el termómetro y en la respectiva pantalla LCD aparecerá la palabra “cal” lo cual indica que se está realizando una calibración automática, luego mostrara “-0-” lo que indica que el equipo está ya calibrado y listo para realizar la medición de temperatura, la sonda se debe introducir unos 7cm en la solución osmótica y realizar la lectura suministrada en la pantalla LCD.

Repeticiones: Se realizaron seis mediciones al jarabe de osmodeshidratación en cada uno de los tratamientos, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos durante 300 minutos, cada medición tubo 3 repeticiones.

Determinación del tiempo transcurrido (t)

Para determinar el lapso de tiempo transcurrido se usó un cronometro marca Max electronic referencia MG - 502.

Procedimiento: Se encenderá el cronometro y en la pantalla LCD respectiva se visualizaran todos los números en cero, se presiona el botón “reset” y para iniciar a tomar el tiempo se presiona el botón “start” cuando se finalice el lapso de tiempo que se desea medir se presiona el botón “stop” y se reporta el dato suministrado.

Repeticiones: Se realizaron seis mediciones a cada una de las variables, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos durante 300 minutos.

3.2.7 Realización del experimento

Relación de materiales y equipos usados en el diseño experimental.

Tabla 6. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Cáscaras de piña variedad cayena lisa	17 kg
Azúcar	27 kg
Refractómetro	1
Balanza	1
Determinadora de humedad	1

Materiales y equipos	Cantidad
Cuchillos	2
Tabla para picar	1
Balde plástico	3
Molino de martillos	1
Tamices malla N° 8 y N°32	2
Horno de Bandejas	1
Bandejas	1
Agua	18L
Beaker (500 ml)	3
Cámara fotográfica	1
pH -metro	1
Vasos y platos cerámicos	5
Termómetro	1
Cronometro	1
Filtros coladores	2

3.2.8 Aplicación de los métodos estadísticos

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos y la comprobación de la hipótesis inicialmente planteada se realizó el análisis de varianza de un solo factor en un diseño completamente aleatorio más conocido por sus siglas en inglés como ANOVA (Analysis of variance), este nos ayuda a comparar los diferentes tratamientos y verificar si la significación entre medias de dos o más grupos, son o no debidas al azar, en el ANOVA se compara:

- Una estimación de la variabilidad entre grupos con la variabilidad dentro de cada grupo.
- La variabilidad **entre grupos** que es la variación dada entre las medias de diferentes “tratamientos” a causa del azar (error aleatorio de muestreo) y los efectos, si los hay, de estos tratamientos.
- La variabilidad **dentro del grupo** que es la variación a causa del azar (error aleatorio de muestreo) entre individuos afectados por el mismo tratamiento.

El estadístico f del ANOVA es un cociente de la variación entre grupos y la variación dentro del grupo.

$$f = \frac{\text{Variabilidad entre grupos}}{\text{Variabilidad dentro del grupo}}$$

Una f grande es una prueba contra H_0 : indica que hay más diferencia entre grupos que dentro de los grupos.

También se realiza la comparación $P (f > f_o)$ para determinar las hipótesis propuestas.

3.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción se calculó en base a un 1 kg y partiendo de la información obtenida del tratamiento número dos donde se trabajó la osmodeshidratación de la cáscara de piña cayena lisa con jarabe de 60 °Bx y los datos del balance de materia de este proceso.

Con la información de costos de producción y un precio estimado de venta se calculó el margen de contribución para los gránulos deshidratados de piña cayena lisa, de esta forma se puede determinar la viabilidad económica.

3.4 ANÁLISIS DE MERCADO

El análisis de mercado como herramienta de marketing permitió generar un diagnóstico acerca de los potenciales consumidores identificando el posible mercado objetivo, las tendencias actuales, futuras y las características de los productos que se desean, generando un mayor grado de confiabilidad respecto al comportamiento del mercado.

Para desarrollar el análisis de mercado pertinente a los gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa se usó como herramienta de recopilación de la información la entrevista, las cuales fueron realizadas a aquellas personas que por su cargo tienen poder de decisión de compra en compañías de productos naturales e integrales, galletería o panificación y entre sus materias primas se encuentran productos deshidratados granulados para desarrollar sus productos.

3.5 CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA LISA

3.5.1 Objetivos de la caracterización organoléptica

- Elaborar el perfil sensorial u organoléptico de los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa mediante el método de consenso entre el panel de evaluadores entrenados citados para la elaboración del mismo.
- Establecer un documento de referencia (estándar) para el control de proceso y de calidad en el ámbito sensorial.

- Unificar los criterios acerca de los descriptores de cada uno de los atributos del producto.

3.5.2 Método usado

Método de consenso de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 3929 (ICONTEC, 2009).

3.5.3 Materiales, insumos y muestreo del producto para el perfil sensorial

- Gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa.
- Guía internacional de colores (Pantone).
- Formatos impresos.
- Agua potable.
- Galletas de soda.
- Lapiceros.
- Servilletas de papel.
- Vasos desechables.
- Espátula.

Muestreo: Para desarrollar la prueba organoléptica las cantidades requeridas se seleccionaron al azar sin seguir algún plan de muestreo especial.

3.5.4 Forma de preparación de las muestras y criterios de evaluación

Preparación:

1. Verificar que la lectura mostrada en la pantalla de la balanza sea cero y las unidades gramos (g).

2. Colocar una bolsita de papel filtro sobre la balanza y tararla. En el caso de balanza mecánica tener en cuenta el peso de la bolsita para descontarlo y calcular el peso neto.
3. Separar una muestra con la cantidad de peso neto que debe llevar una bolsita del producto (2,0 g) y cerrarla.
4. Verificar el peso de las bolsitas.
5. Poner el producto empacado en el interior de una taza.
6. Verter agua caliente en la taza, haciéndola caer sobre el producto, hasta completar media taza (150ml aproximadamente).
7. Esperar 3 minutos aproximadamente, agitar el producto y retirar la bolsa.
8. Examinar los atributos de la bebida en el siguiente orden:

Criterios de evaluación de la muestra:

- Color: Con la bebida en la taza se coloca en tal forma que la luz incida directamente sobre la superficie del líquido.
- Apariencia: Se evalúa igual que el color, para confirmar la turbidez se sirve la bebida en un vaso transparente y se coloca entre la luz y el observador.
- Olor: La infusión debe estar caliente.
- Sabor: La infusión debe estar caliente.

- Sabor remanente: La infusión debe estar caliente
- Sabor persistente: La infusión debe estar caliente

3.5.5 Metodología y sitios de realización del perfil sensorial

- Sitio de realización de la prueba: El sitio de evaluación de la prueba fue en el laboratorio de la empresa Agrícola Himalaya S.A. Este cumple con las normas mínimas de iluminación, ventilación, aislamiento de ruidos y olores y asepsia, para una correcta evaluación sensorial.
- Selección de evaluadores: Se seleccionaron cinco evaluadores entrenados para catación de infusiones frutales de la empresa Agrícola himalaya S.A para realizar el perfil sensorial de los gránulos deshidratados de piña cayena lisa.
- Diligenciamiento de los formatos: Cada evaluador registró en el formato correspondiente al perfil sensorial las apreciaciones organolépticas de color, apariencia, olor y sabor que se fueron unificando para cada uno de los atributos mediante el método de consenso por el coordinador de la prueba.
- Formalización del formato de perfil sensorial: El coordinador de la prueba sensorial, verificó que los cinco formatos ya diligenciados tuvieran plasmada de forma correcta la información guardando uniformidad entre ellos. Posterior a esto el coordinador de la prueba digitó el documento final el cual será usado como formato estándar para posteriores análisis sensoriales de los gránulos deshidratados de piña cayena lisa.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS



Resultados de las etapas del proceso

Determinación de la variedad y selección de la materia prima

Se logró identificar que la variedad piña cayena lisa es la que más se procesa en plantas despulpadoras de frutas en el valle del cauca pues se consigue durante todo el año y a buen precio, por ende es de la que nos podremos abastecer con mayor facilidad, además esta variedad presenta notas frutales y cítricas características de la piña que se conservan después de su proceso y por consiguiente los gránulos deshidratados obtenidos presentan buenas características organolépticas.

Se procedió a adquirir la cáscara de piña cayena lisa 17 kg con el proveedor de fruta Pana LTDA, esta se recogió en la planta en horas de la mañana ya que de esta forma se garantiza la adquisición de un producto fresco y recién procesado, el mismo fue transportado hasta el laboratorio de Agrícola Himalaya S.A en bolsas de polietileno de alta densidad.

El producto se ubicó en una mesa de acero inoxidable y mediante una profunda inspección visual se retiró todo el material extraño que presentó como hojas de la corona de la piña lo cual represento 390 gramos, luego se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos a la materia prima seleccionada con los siguientes datos:

Tabla 7. Características fisicoquímicas de la cáscara seleccionada

Materia prima: Cáscara frescas de piña cayena lisa seleccionada	
Análisis	Datos
Peso cáscara seleccionada	16,61 kg
°Bx	10,7 ± 0,5 °Bx
T	21,1 ± 0,2
pH	4,1
Organoléptico	En el olor y sabor característico a fruta madura sin olores o sabores extraños

Lavado y desinfección

Se lavaron los 16,61 kg de cáscaras de piña a fin de retirar alguna suciedad presente en la superficie o restos de agroquímicos, posteriormente se procedió a realizar una inmersión por 12 minutos en una solución con hipoclorito de sodio a 25 ppm con el fin de disminuir la carga microbiana presente en la misma.

Trozado

Se trozaron 16,61 kg de cáscara de piña con la ayuda de un cuchillo en trozos de $2,0 \text{ cm}^2 \pm 0,5$, el proceso generó una pérdida de fluidos a causa del corte de las partes pulposas que se estimó en 0,365 kg, con el trozado se tiene una mayor superficie de contacto de las cáscaras con el jarabe en el proceso de osmodeshidratación y del aire caliente para el posterior proceso de deshidratación, así se disminuye el tiempo de duración de cada proceso y se logra una pérdida de humedad uniforme en todo el lote a procesar.



Osmodeshidratación

Tabla 8. Parametros del proceso de osmodeshidratación y variables a medir

Condiciones de operación del proceso de osmodeshidratación	
Lugar del ensayo	Laboratorio Agrícola Himalaya S.A
Temperatura	20 ± 0,5 °C
Presión	Atmosférica
Agitación mezcla jarabe+cubos de piña	Se realizó cada 20 minutos en cada tratamiento
Toma de muestras para análisis	Al minuto cero y cada 60 minutos por 5 horas.
Análisis a realizar en proceso de osmodeshidratación y su frecuencia	
Tipo de análisis	Frecuencia/repeticiones
Porcentaje de humedad de la cáscara de piña	Se realizaron seis mediciones a cada una de las variables, una inicial o punto cero y cinco más cada 60 minutos, cada medición tubo 3 repeticiones.
°Bx del jarabe	
pH del jarabe	
Temperatura del jarabe	

Pesaje de la fruta

Para cada uno de los tres tratamientos se pesaron 5,0 kg de cáscara de piña cubicada.

Preparación de jarabe de osmodeshidratación: Se prepararon 15 L de jarabe para cada uno de los 3 tratamientos con una mezcla de azúcar grado comercial/agua potable. El azúcar presenta una pureza del 99,8% en sacarosa, para efectos del ensayo podemos asumir un 100% de pureza de tal forma que se cumpla una relación 1:3 p/v. jarabe vs cáscaras de piña, los jarabes para cada tratamiento tienen las siguientes características:

Tabla 9. Composición del jarabe de osmodeshidratación para cada tratamiento

INGREDIENTE	TRATAMIENTO # 1	TRATAMIENTO # 2	TRATAMIENTO # 3
AGUA	6,755 L	6,0 L	5,25 L
AZÚCAR	8,25 kg	9,0 kg	9,75 kg
TOTAL JARABE	15 L	15 L	15 L
CONCENTRACIÓN	Jarabe de 55 °Bx	Jarabe de 60 °Bx	Jarabe de 65 °Bx



Inmersión de las cáscaras de piña en los jarabes: Se procedió a realizar la inmersión de las cáscaras de piña en los jarabes de cada tratamiento, asegurando el total cubrimiento de las mismas por este, la composición de cada uno fue la siguiente:

Tabla 10. Cantidad usada de piña y jarabe para cada tratamiento

INGREDIENTE	TRATAMIENTO # 1	TRATAMIENTO # 2	TRATAMIENTO # 3
CUBOS DE CÁSCARA DE PIÑA	5,0 kg	5,0 kg	5,0 kg
JARABE (AZÚCAR+AGUA)	15 L	15 L	15 L
CONCENTRACIÓN	Jarabe de 55 °Bx	Jarabe de 60 °Bx	Jarabe de 65 °Bx



El peso del producto osmodeshidratado y escurrido fue de 2.606 kg.

Secado en bandejas por medio de aire caliente

Los 2.606 kg de cáscara de piña trozada y osmodeshidratada se secaron con aire caliente en un horno de bandejas a 75°C durante 4 horas hasta que los trozos alcanzaron una humedad inferior al 5%, y de este proceso se obtuvieron 1.038 kg de trozos de cáscara de piña secos.



Molienda y tamizaje

Los 1.038 kg de trozos de cáscara de piña cayena lisa deshidratados pasaron por un molino de martillos marca PENAGOS TP1, el mismo se encuentra equipado con una criba incorporada que permitió solo la salida de gránulos con tamaño de partícula de entre 1 y 3 mm.

El producto obtenido se tamizó y el 100% del producto pasó el tamiz de 8 mesh, un 87% quedó retenido en el tamiz de 32 mesh y un 13% logró atravesarlo, en total se obtuvieron 0,893 Kg de cáscara de piña cayena lisa granular deshidratada y molida.

Resultados del Balance de materia

Se desarrolló el balance de materia partiendo de 17 kg de cáscara de piña fresca, después del proceso de selección se retiran 0.39 kg de producto no apto para el proceso como hojas y otras impurezas, lo que significó el 2.29% de merma del total de producto recibido. Para el proceso de lavado y desinfección se usó una solución de agua con hipoclorito de sodio y se trozaron 16.61 kg de cáscaras de piña presentando una merma de 0,36 kg causada por la pérdida de líquido en la parte pulposa de las cáscaras de piña, lo que representó una merma del 2,20%.

De los tres tratamientos que se plantearon inicialmente para el proceso de osmodeshidratación (tratamiento uno jarabe de 55 °Bx, tratamiento dos jarabe de 60 °Bx, tratamiento tres jarabe de 65 °Bx) se logró identificar que el tratamiento número dos que partió de 5,0 Kg de cáscara trozada presentó las mejores condiciones de proceso al lograr en un lapso óptimo de 180 minutos, una reducción de humedad del 47,88% y un aumento del jarabe hasta el 151,96% debido al proceso de ósmosis que indujo la salida de agua de la cáscara de piña hacia el jarabe, con las cáscaras de este tratamiento se avanza en las siguientes etapas del proceso y balance de materia. Con los 2,60 Kg de cáscaras osmodeshidratadas del tratamiento número dos se realizó el secado con aire caliente logrando una pérdida de humedad del 60,17% y 1,03 Kg de trozos secos de cascara de piña con una humedad inferior al 5%, posteriormente estos pasaron a un proceso de molienda en donde se dió una merma del 14% obteniendo finalmente 0.893kg de producto final. El rendimiento del producto se calculó en base seca de la siguiente manera:

$$\frac{5,0kg * 10,7\%}{100\%} = 0,535kg * 1,05 = 0,562kg$$

$$2,606kg * 46\% = 1,199kg + 0,562 = 1,760kg$$

$$1,760kg * 1,05 = 1,848kg$$

$$1,760kg - 0,535kg = 1,225kg$$

$$\frac{1,038kg}{1,760kg} * 100\% = 58,97\%$$

Dónde:

5,0 Kg: Piña fresca.

10,7: °Bx de la piña fresca.

0,535 kg: Sólidos de piña en base seca.

1,05: Porcentaje de humedad de los gránulos de piña deshidratados.

0,562 kg: Sólidos de piña con el 5% de humedad.

2,606 kg: Trozos de cáscara de piña osmodeshidratada.

46%: °Bx finales del jarabe de osmodeshidratación.

1760 Kg: Cáscara de piña en base seca sin azúcar.

1,848 kg: Cáscara de piña con el 5% de humedad.

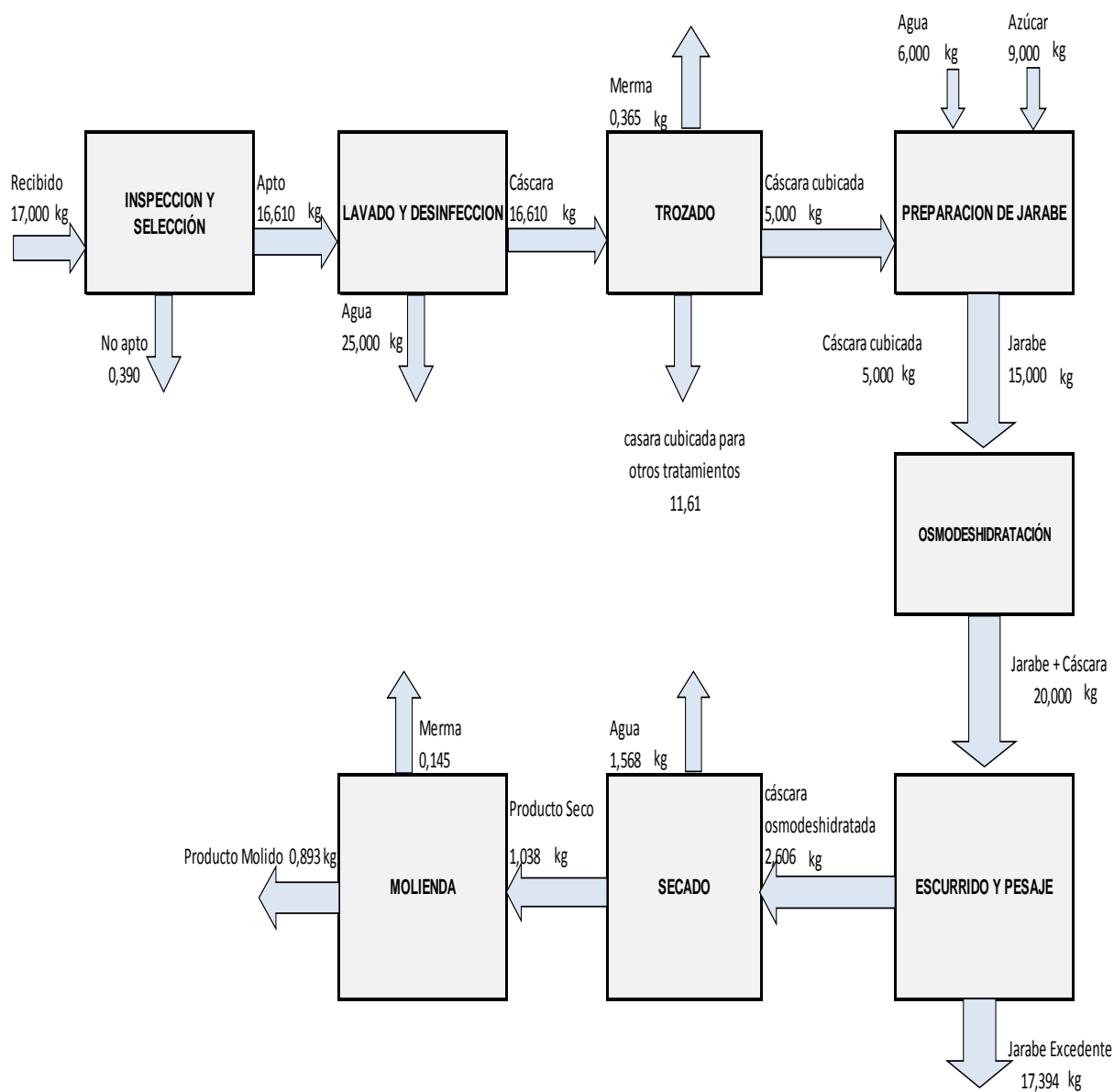
1,225kg: Azúcar presente en la cáscara osmodeshidratada.

58,97%: Rendimiento del proceso.

BALANCE DE MATERIA PARA LA ELABORACIÓN DE GRÁNULOS DESHIDRATADOS A PARTIR DE CASCAR DE PIÑA CAYENA LISA			
RECIBO INSPECCIÓN Y SELECCIÓN DE M.P	kg	%	Descripción
Recibido	17,000		Producto recibido para el proceso
No apto	0,390	2,29%	Producto no apto como hojas y otros
Apto	16,610	97,71%	Cáscara de piña seleccionada
LAVADO Y DESINFECCIÓN			
Cáscara de piña	16,610		Cáscara de piña seleccionada
Agua	25,000		Agua para el lavado y desinfección
Hipoclorito de sodio	0,000625		Producto desinfectante
TROZADO			
Cáscara de piña	16,610		
Merma trozado	0,365	2,20%	Merma por perdida de líquido causada por el corte
Cáscara trozada	16,245	97,80%	Total de cáscara cubicada

PREPARACIÓN JARABE			
Agua	6,000	40,00%	
Azúcar	9,000	60,00%	
Total jarabe	15,000	100,00%	Total jarabe de osmodeshidratación
BALANCE DE MATERIA EN LA OSMODESHIDRATACIÓN (CALCULADO PARA EL TRATAMIENTO # 2 JARABE DE 60 °Bx)			
OSMODESHIDRATACIÓN			
Cáscara cubicada (10.7 °Bx)	5,000	25,00%	Total de cáscara cubicada
Jarabe (60 °Bx)	15,000	75,00%	Total jarabe de osmodeshidratación
Total jarabe + cáscara	20,000	100,00%	Total jarabe + cáscara
ESCURRIDO Y PESAJE			
Cáscara osmodeshidratada	2,606	52,12%	Cáscara de piña ya osmodeshidratada
Jarabe excedente (46 °Bx)	17,394	151,96%	Jarabe excedente de la osmodeshidratación
SECADO			
Cáscara osmodeshidratada	2,606		Cáscara de piña ya osmodeshidratada
Agua evaporada	1,568	60,17%	Agua perdida en la deshidratación
Trozos de Cáscara Seca (humedad 5%)	1,038	39,83%	Cáscara de piña deshidratada
		100,00%	
MOLIENDA			
Trozos de Cáscara Seca	1,038		Cáscara de piña deshidratada
Mermas por molienda	0,145	14,0%	Mermas del proceso de molienda
Total producto molido	0,893	86,0%	Total gránulos de cáscara de piña granular deshidratados
		100,00%	
RENDIMIENTO %		58.97%	Calculado para el tratamiento # 2 de 60 °Bx partiendo de 5.0kg de cáscara

Grafico 2. Esquema del balance de materia para la elaboración de gránulos deshidratados a partir de cáscara de piña cayena lisa usando solución osmótica de 60 °Bx



Resultados del diseño experimental

Los primeros resultados que arroja el diseño experimental realizado son los datos de las variables analizadas que a continuación se relacionan.

Tabla 11. Resultados de las variables de análisis obtenidas en los ensayos para cada tratamiento a través del tiempo

A los cero (0) minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad Trozos de piña	80,1	80,0	80,0	80,4	80,1	80,2	80,2	80,0	80,1
°Bx del jarabe	55,1	55,0	54,8	60,0	60,0	60,1	65,1	65,2	64,9
pH del jarabe	6,6	6,6	6,6	6,7	6,7,1	6,7	6,7	6,6	6,6
T del jarabe	21,2	21,0	20,9	21,0	21,2	20,9	21,1	21,1	21,2
A los 60 minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad Trozos de piña	77,4	77,3	77,5	76,2,4	76,3	76,4	75,7	75,5	75,5
°Bx del jarabe	53,1	53,1	53,3	56,3	56,3	56,5	61,1	61,2	60,9
pH del jarabe	6,2	6,1	6,3	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	6,0
T del jarabe	22,0	22,2	22,2	22,7	22,9	22,8	21,5	21,7	21,7

A los 120 minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad	74,7	74,5	74,5	72,4	72,4	72,3	70,9	70,9	70,8
Trozos de piña									
°Bx del jarabe	48,6	48,8	48,7	54,5	54,6	54,5	55,1	55,3	55,1
pH del jarabe	5,5	5,5	5,4	5,2	5,3	5,2	5,2	5,4	5,4
T del jarabe	22,7	22,7	22,8	23,5	23,7	23,5	24,2	24,2	24,1
A los 180 minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad	68,6	68,6	68,7	64,5	64,7	64,6	63,7	63,9	63,7
Trozos de piña									
°Bx del jarabe	42,1	42,4	42,3	48,6	48,5	48,6	49,1	49,4	49,5
pH del jarabe	4,8	4,9	4,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6
T del jarabe	23,2	23,3	23,4	23,9	24,1	24,2	24,4	24,6	24,4
A los 240 minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad	67,6	67,5	67,5	62,3	62,3	62,4	61,6	61,8	61,8
Trozos de piña									
°Bx del jarabe	41,3	41,3	41,4	46,7	46,8	46,6	48,4	48,5	48,4
pH del jarabe	4,5	4,6	4,5	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,3
T del jarabe	23,5	23,6	23,5	24,2	24,4	24,6	24,8	24,9	24,9

A los 300 minutos									
ANÁLISIS	TRATAMIENTO # 1			TRATAMIENTO # 2			TRATAMIENTO # 3		
	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3	Rpt # 1	Rpt # 2	Rpt # 3
% humedad	67,2	67,2	67,1	61,8	61,9	61,9	61,2	61,2	61,4
Trozos de piña									
°Bx del jarabe	40,8	40,8	40,9	46,1	46,0	46,0	47,9	47,9	47,8
pH del jarabe	4,4	4,5	4,4	4,3	4,2	4,2	4,4	4,4	4,5
T del jarabe	23,3	23,1	23,3	23,7	24,2	24,0	24,1	24,0	24,2

Resultados y análisis para la medición de humedad en cada tratamiento

Se logró evidenciar para los tres tratamientos una rápida pérdida de humedad en los primeros 180 minutos de alrededor del 20% respecto al valor inicial, luego se da un periodo de meseta con una baja pérdida de humedad de aproximadamente un 3% que continua hasta los 300 minutos.

Se determinó que el tratamiento No 2 presenta la mejor relación de pérdida de humedad vs concentración del jarabe pues a los 180 minutos la cáscara de piña presenta una pérdida de humedad similar a la del tratamiento No 3 en este mismo punto ($64,60\% \pm 0,5$), lo que indica que es posible osmodeshidratar con jarabe de 60 °Bx de forma eficiente y sin necesidad de usar jarabes más concentrados y de mayor costo de elaboración.

Se identificó que el proceso de osmodeshidratación se puede realizar en un lapso de tiempo de 180 minutos, lapso de tiempo donde se da la mayor pérdida de humedad y de la forma más rápida, prolongar la osmodeshidratación genera demoras injustificadas al proceso y la pérdida de humedad ($1,0\% \pm 0,5$) que se da en este periodo de tiempo es baja no justifica el costo económico y demoras que se generarían.

Grafico 3. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo

Tratamiento # 1 jarabe de 55 °Bx

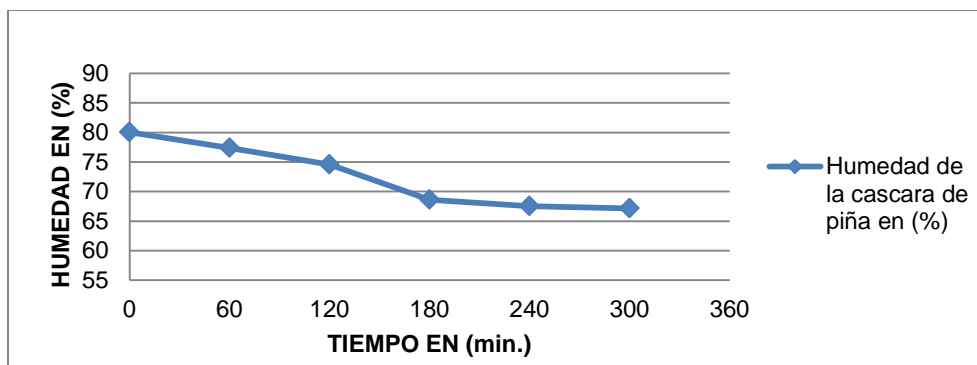


Grafico 4. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo

Tratamiento # 2 jarabe de 60 °Bx

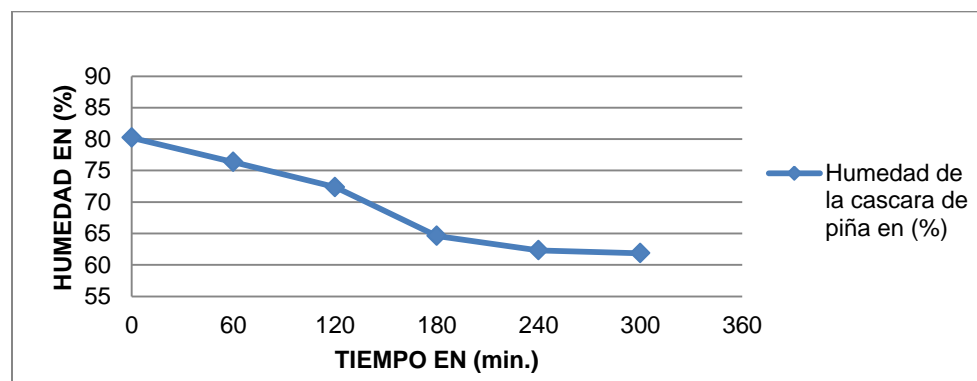
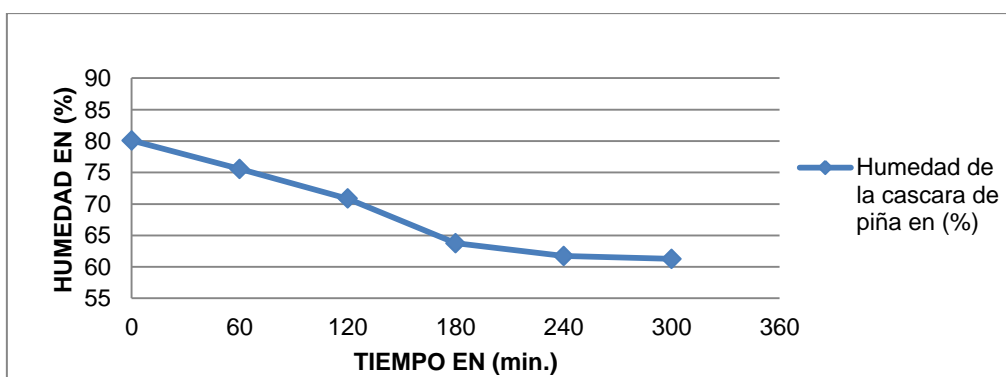


Grafico 5. Humedad de la cáscara de piña en función del tiempo

Tratamiento # 3 jarabe de 65 °Bx



Resultados y análisis para la medición de °Bx en cada tratamiento

Se comprobó que la rápida disminución de los grados °Bx en los 3 tratamientos durante los primeros 180 minutos evidencia un veloz intercambio de agua desde las células de la cáscara de piña hacia la solución osmótica, lo que indica la efectividad del proceso de osmodeshidratación, esto es coherente con la pérdida de humedad generada en los 3 tratamientos, posteriormente baja significativamente y se mantiene esta tendencia con poca variabilidad hasta los 300 minutos.

Grafico 6. °Bx del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 1 jarabe de 55 °Bx

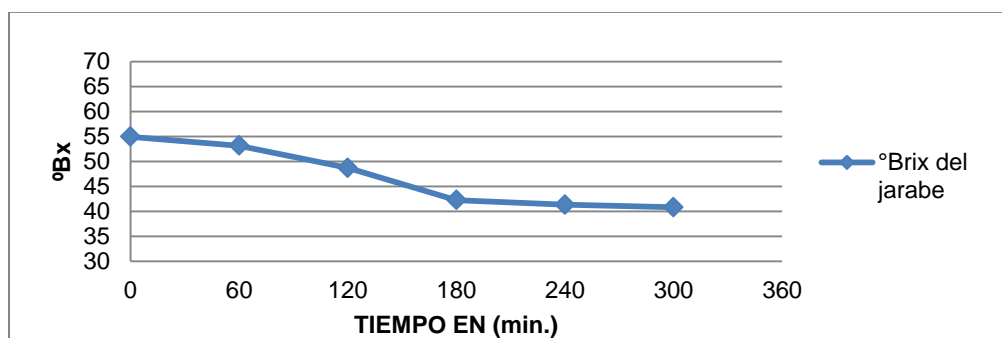


Grafico 7. °Bx del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 2 jarabe de 60 °Bx

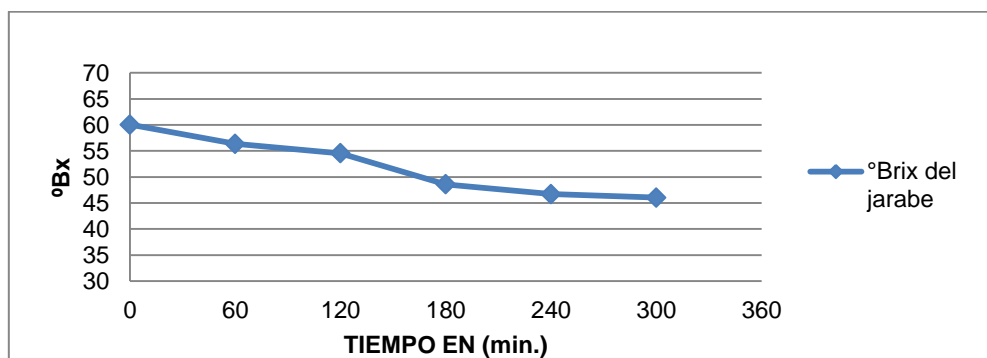
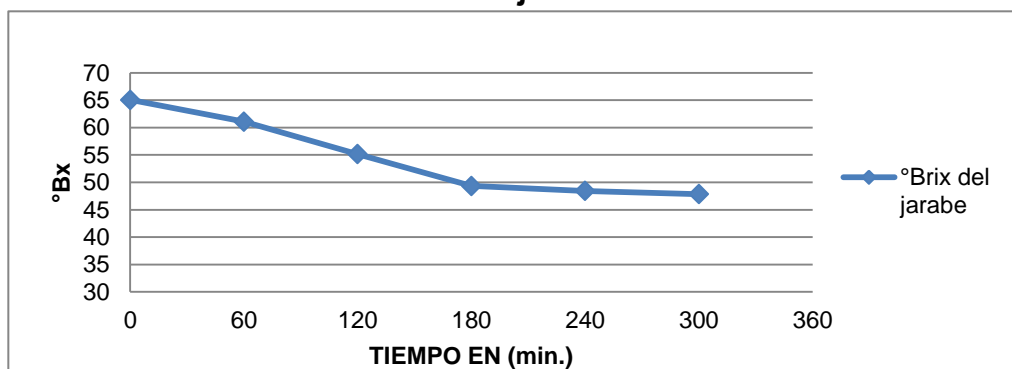


Grafico 8. °Bx del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 3 jarabe de 65 °Bx



Resultados y análisis para la medición de pH en cada tratamiento

Se determinó que el pH de la solución osmótica baja en la misma proporción a la velocidad que se da la pérdida de humedad de la cáscara de piña, esto indica que se está transfiriendo fluidos hacia la solución cambiando sus condiciones iniciales.

Grafico 9. pH del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 1 jarabe de 55 °Bx

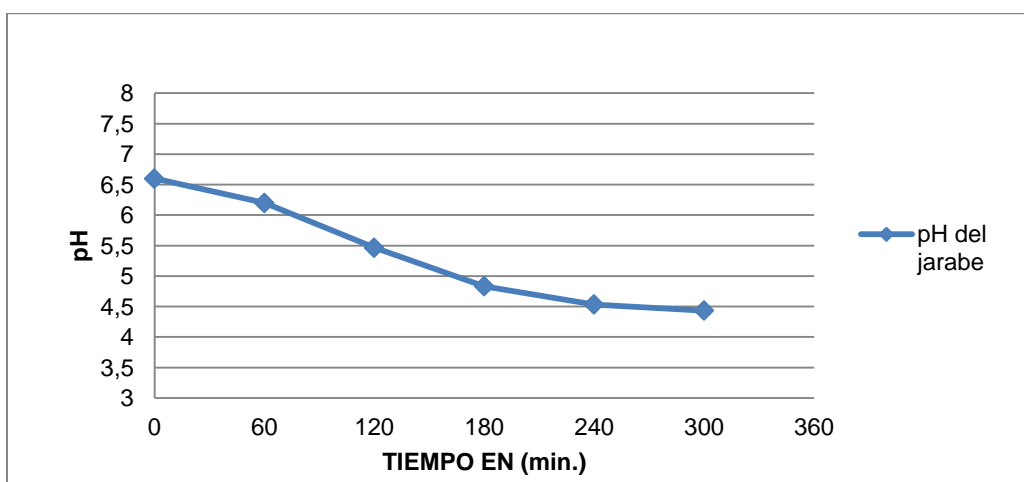


Grafico 10. pH del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 2 jarabe de 60 °Bx

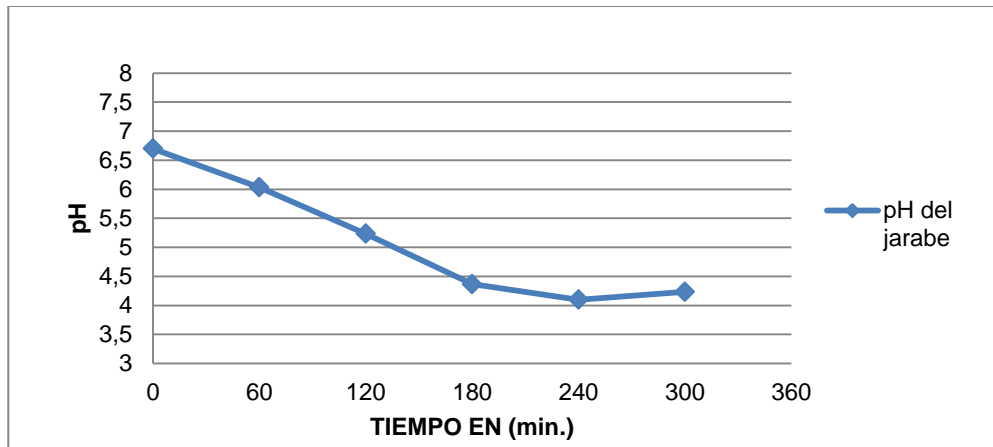
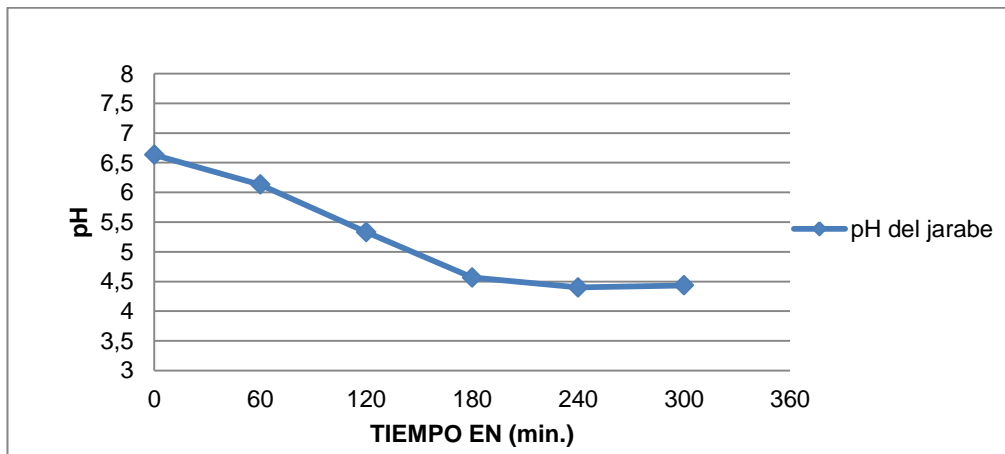


Grafico 11. pH del jarabe en función del tiempo

Tratamiento # 3 jarabe de 65 °Bx



Resultados y análisis para la medición de temperatura en cada tratamiento

Se logró determinar que el aumento de la temperatura del jarabe se presenta por el intercambio celular entre la fruta y el jarabe y es un indicador del desarrollo del proceso de osmodeshidratación y la velocidad a la que se está realizando.

Grafico 12. Temperatura del jarabe en función del tiempo
Tratamiento # 1 jarabe de 55 °Bx

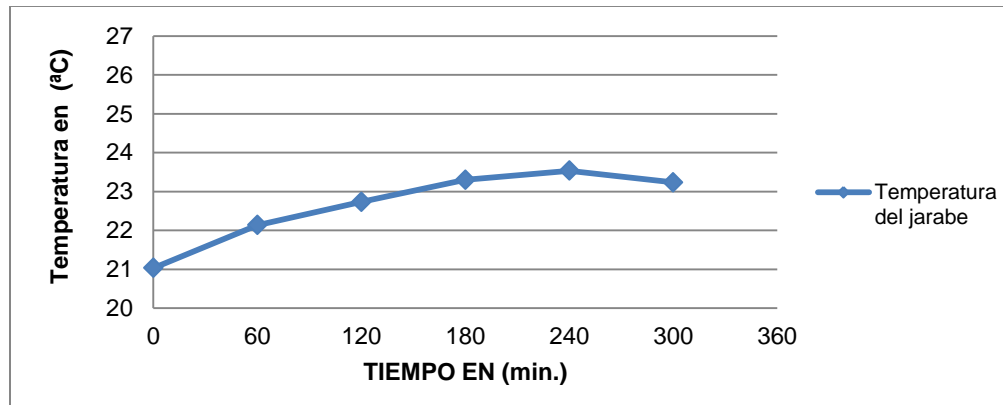


Grafico 13. Temperatura del jarabe en función del tiempo
Tratamiento # 2 jarabe de 60 °Bx

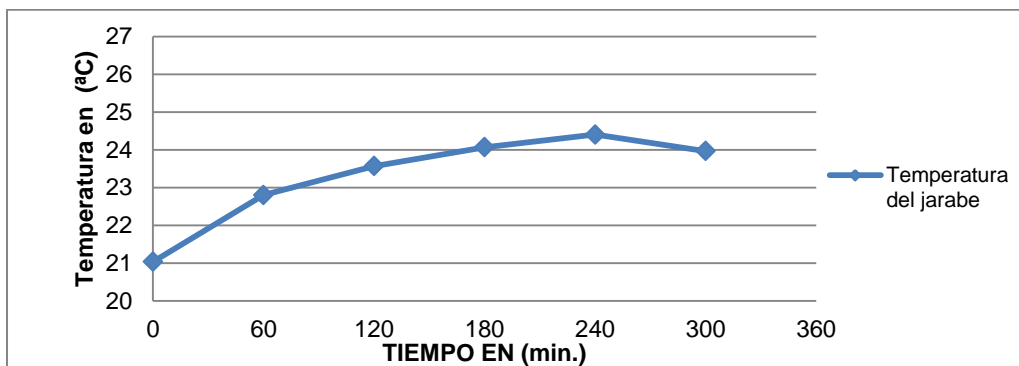
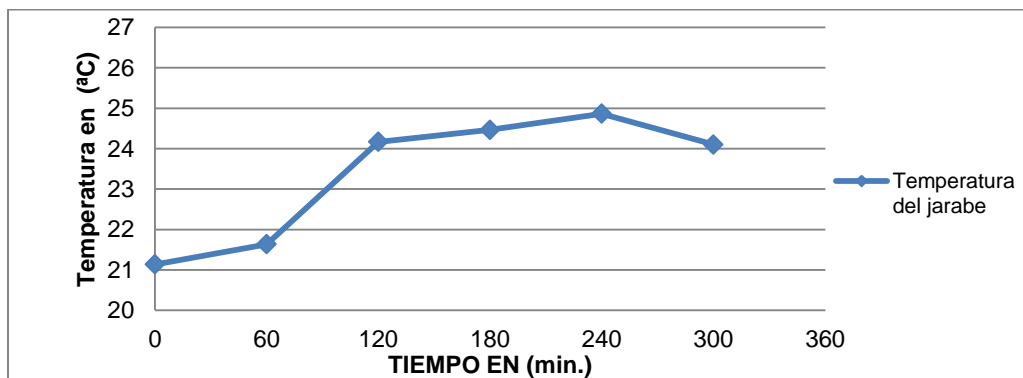


Grafico 14. Temperatura del jarabe en función del tiempo
Tratamiento # 3 jarabe de 65 °Bx



Resultados de la aplicación de los métodos estadísticos

Cambios de humedad de la piña a medida que transcurre el tiempo

Se determinó que los valores de f_o (28,24) son mayores que f (3,10), es decir:

$$f_o \geq f \text{ "O" bien } P \text{ value} < 0.05 \Rightarrow \text{Se rechaza } H_o.$$

Se puede decir que existe diferencia significativa en la pérdida de humedad dependiendo de la concentración en grados °Bx del jarabe usado en cada tratamiento.

Se demostró que al Comparar f con el Valor de Contraste f_o , se evidencia que f_o es mayor que f , la variable independiente del Experimento (concentración en °Bx del jarabe) es con 95% de probabilidad efectivamente la que más influye sobre el valor que toma la variable dependiente (humedad), así se logró identificar la causa principal del efecto objeto de estudio, la hipótesis inicial fue comprobada.

Tabla 12. Criterio de aceptación o rechazo para el análisis ANOVA en el cambio de humedad de la piña y °Bx del jarabe a medida que transcurre el tiempo (min.)

Criterio de aceptación o rechazo		
Cuando	H_o	Es decir
$F_o \leq f_{(k-1),k(n-1),\alpha}$ o bien $Pvalue \geq \text{nivel de significancia}$	NO SE RECHAZA	Los tratamientos son iguales
$F_o \geq f_{(k-1),k(n-1),\alpha}$ o bien $Pvalue \leq \text{nivel de significancia}$		
	SE RECHAZA	Existe al menos un nivel que produce un efecto significativo al α .

Tabla 13. (ANOVA) cambio de humedad de la piña a medida que transcurre el tiempo (min.) durante el ensayo para cada tratamiento en la osmodeshidratación

	CAMBIO DE HUMEDAD DE LA PIÑA A MEDIDA QUE TRASCURRE EL TIEMPO (min.)					
TIEMPO EN (minutos)	0	60	120	180	240	300
55 ° Brix	80,03	77,40	74,57	68,63	67,53	67,17
60 ° Brix	80,23	76,35	72,37	64,60	62,33	61,87
65 ° Brix	80,10	75,57	70,87	63,77	61,73	61,27
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
0	3	240,36	80,12	0,0103		
60	3	229,32	76,44	0,8433		
120	3	217,81	72,60333333	3,463333333		
180	3	197	65,66666667	6,758233333		
240	3	191,59	63,86333333	10,17333333		
300	3	190,31	63,43666667	10,54333333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	748,2689833	5	149,6537967	28,2438188	3,04919E-06	3,105875239
Dentro de los grupos	63,58366667	12	5,298638889			
Total	811,85265	17				

Cambio de °Bx del jarabe a medida que transcurre el tiempo

Se determinó que los valores de f_o (7,67) son mayores que f (3,10), es decir:

$$f_o \geq f \text{ "O" bien } P \text{ value} < 0.05 \Rightarrow \text{Se rechaza } H_o.$$

Se puede decir que existe diferencia significativa en el cambio de la concentración en grados °Bx del jarabe usado en cada tratamiento a medida que transcurre el tiempo

Se demostró que al Comparar f con el Valor de Contraste f_o , se evidencia que f_o es mayor que f , la variable independiente del Experimento (concentración en °Bx del jarabe) es con 95% de probabilidad efectivamente la que más influye sobre el valor que toma la variable dependiente (cambio en los °Bx), así se logró identificar la causa principal del efecto objeto de estudio, la hipótesis inicial fue comprobada.

Tabla 14. (ANOVA) cambio de °Bx del jarabe a medida que transcurre el tiempo (min.) durante el ensayo para cada tratamiento en la osmodeshidratación

	CAMBIO EN LOS ° BRIX DEL JARABE A MEDIDA QUE TRANSCURRE EL TIEMPO (min.)					
TIEMPO EN (minutos)	0	60	120	180	240	300
55 ° Brix	54,97	53,17	48,70	42,27	41,33	40,83
60 ° Brix	60,03	56,37	54,53	48,57	46,70	46,03
65 °Brix	65,07	61,07	55,17	49,33	48,43	47,87
Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
0	3	180,066387	60,022129	25,50270488		
60	3	170,5997103	56,86657009	15,78981322		
120	3	158,3998307	52,79994356	12,70783259		
180	3	140,1661665	46,72205549	15,0359388		
240	3	136,4665455	45,4888485	13,70255028		
300	3	134,7332588	44,91108626	13,31149667		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	614,0826081	5	122,8165216	7,672009875	0,001906286	3,105875239
Dentro de los grupos	192,1006729	12	16,00838941			
Total	806,1832809	17				

Resultados costos de producción

Como resultado del ejercicio de costeo se evidencia un margen de contribución del 47.3% para el producto con unos costos por kg de \$17346 y un precio de venta de \$25550.

COSTOS DE FABRICACION POR kg DE LOS GRANULOS DESHIDRATADOS DE LA CASCARA DE PIÑA CAYENA LISA							
ACTUALIZADO EL 2012-07-12							
		CORRUGADAS	No DE BOLSAS POR CORRUGADA	Kg X BOLSA			
CANTIDAD A PRODUCIR		1,000	1,000	0,893			
COSTO POR kg DE LOS GRANULOS DESHIDRATADOS DE LA CASCARA DE PIÑA CAYENA LISA							
DESCRIPCION		CONSUMO PARA 0,893 kg	COSTO PARA 0,893 kg	COSTO Kg	% En costo MP's	% en Costo Total kg	% FORMULA
1. MATERIA PRIMAS	COSTO Kg						
CASCARA DE PIÑA FRESCA	\$100,00	5,00	500,00	559,91	8,93%	3,23%	25,00%
AZUCAR	\$1.700,00	3,00	5100,00	5711,09	91,07%	32,92%	75,00%
		Subtotal 1	\$5.600,00	\$6.271,00	100,00%	36,15%	100,00%
2. MATERIAL DE EMPAQUE	COSTO UND	CONSUMO PARA 0,893 kg	COSTO PARA 0,893 kg	COSTO Kg	% En costo MP's	% en Costo Total kg	
BOLSA DE POLIETILENO	\$100,00	\$1,00	\$100,00	\$111,98	33,33%	0,58%	
CORRUGADA PIÑA GRANULAR DESHIDRATADA	\$200,00	\$1,00	\$200,00	\$223,96	66,67%	1,15%	
		Subtotal 2	\$300,00	\$335,95	100,00%	1,94%	
3. MANO DE OBRA (HORA DE OPERARIO-SLMV)	COSTO POR UND/ TIEMPO	CONSUMO PARA 0,893 kg	COSTO PARA 0,893 kg	COSTO Kg	% En costo MP's	% en Costo Total kg	
\$ 4.872,00							
ADECUACION DE MATERIA PRIMA (5,14 kg 5 MINUTOS)	\$404,38	\$1,00	\$404,38	\$452,83	4,59%	2,61%	
LAVADO Y DESINFECCION (5,14 kg 5 MINUTOS)	\$404,38	\$1,00	\$404,38	\$452,83	4,59%	2,61%	
CUBICADO (5,14 kg 5 MINUTOS)	\$404,38	\$1,00	\$404,38	\$452,83	4,59%	2,61%	
PREPARACION DEL JARABE (15L 10 MINUTOS)	\$808,75	\$1,00	\$808,75	\$905,66	9,17%	5,22%	
OSMOSHIDRATACION (5,0 kg 30 MINUTOS)	\$2.436,00	\$1,00	\$2.436,00	\$2.727,88	27,63%	15,73%	
ESCURRIDO Y PESAJE (2,606 kg 10 MINUTOS)	\$808,75	\$1,00	\$808,75	\$905,66	9,17%	5,22%	
SECADO CON AIRE (2,606 kg 30 MINUTOS)	\$2.436,00	\$1,00	\$2.436,00	\$2.727,88	27,63%	15,73%	
MOLIENDA (1,038 kg 3,75 MINUTOS)	\$304,50	\$1,00	\$304,50	\$340,99	3,45%	1,97%	
DOSIFICACION EN LA BOLSA (0,893 kg 5 MINUTOS)	\$404,38	\$1,00	\$404,38	\$452,83	4,59%	2,61%	
EMBALADO CORRUGADA (0,893 kg 5 MINUTOS)	\$404,38	\$1,00	\$404,38	\$452,83	4,59%	2,61%	
		Subtotal 3	8815,88	9872,21	100,00%	56,91%	
4. FLETES							
CONSOLIDADO	COSTO PACA	COSTO kg	PARTICIPAC kg				
MATERIA PRIMA	\$5.600,00	\$6.271,00	36,15%				
MATERAIL DE EMPAQUE	\$300,00	\$335,95	1,94%				
LABOR DE PROCESO	\$8.815,88	\$9.872,21	56,91%				
CARGA FABRIL	\$774,52	\$867,32	5,00%				
TOTAL	\$15.490,40	\$17.346,48	100,00%				
ASUMIENDO EL 5 % DE CARGA FABRIL							
	PACA	kg					
% MC	47,3%						
COSTO TOTAL	\$15.490,404	\$17.346,477					
BASES							
PRECIO DE VENTA	\$ 22.816,15	\$ 25.550,00					

Resultados del análisis de mercado

Mercado objetivo

La cáscara de piña granular deshidratada tiene como mercado objetivo empresas de alimentos que usan materias primas naturales granulares y deshidratadas o desean dar un valor agregado de mayor naturalidad, calidad nutricional y funcionalidad a sus productos terminados.

Justificación del mercado objetivo

La tendencia actual y futura de los consumidores por preferir productos alimenticios elaborados en su mayoría con ingredientes naturales, sin conservantes, colorantes o aditivos tecnológicos ha volcado a la industria a buscar alternativas de materias primas que satisfagan estas necesidades inherentes y den un plus nutricional al producto terminado.

El factor económico no puede estar desligado desde el punto de vista de costo de aplicación de la materia prima en el producto terminado y la industria de alimentos es ávida a este tipo de insumos que le ayuden a disminuir sus costos y mejorar sus márgenes de contribución por producto.

Al ser los gránulos deshidratados de la cáscara de la piña obtenidos a partir de un subproducto del procesamiento de las frutas se puede comercializar a bajo precio por parte de la industria y baja los costos iniciales de producción de aquellas que lo adquieren para fabricar sus productos mejorando su competitividad.

Mercado potencial:

Mediante entrevistas realizadas a varias empresas que usan o pueden llegar a usar como ingrediente dentro sus productos gránulos deshidratados de cáscaras de piña cayena lisa, se logró identificar que el mercado potencial está constituido por empresas que elaboran productos naturales e integrales ubicadas en el Valle del Cauca, entre estas podemos mencionar a fabricantes de productos de galletería, infusiones frutales, panadería y fabricantes de suplementos integrales, las personas que suministraron la información en las entrevistas fueron los jefes, asistentes de compra o personal con poder de decisión y los volúmenes que consumen son estimados mensuales que pueden variar en picos de producción según información suministrada.

ACTIVIDAD COMERCIAL Y COMPAÑÍA		ACTIVIDAD COMERCIAL	UBICACIÓN TELÉFONOS	ANTIGÜEDAD EN EL MERCADO	INTENCIÓN DE COMPRA DE GRÁNULOS DE PIÑA EN KG/MES
FABRICANTE DE GALLETERÍA	Industria panificadora la gitana	Elaboración de productos de panificación y galletería	Palmira (Valle del cauca)Calle 29#22-53 Tel (2) 2710902	61 años	30
	Panadería y pastelería leal	Elaboración de productos de panificación y galletería	Palmira (Valle del cauca)Calle 34#25-01 Tel (2) 2724215	15 años	35
FABRICANTE DE PANADERÍA	Industria panificadora Sanín (Líder pan S.A)	Elaboración de productos alimenticios y de panificación	Santiago de Cali (Valle del Cauca) Cra.12 # 14AA - 140Tel. (2) 6699292	28 años	40
	Panadería y comestibles megapan	Elaboración de productos alimenticios y de panificación	Palmira (Valle del cauca)Calle 21#28-01 Tel (2) 2714818	16 años	23
FABRICANTE DE SUPLEMENTOS DIETARIOS	Alimentos Toning S.A	Fabricante de productos naturales para la industria de alimentos y suplementos dietarios	Acopi - Yumbo Carrera 37 No 10-103 PBX 6903344	30 años	50

De acuerdo a la información suministrada por las 5 empresas entrevistadas el consumo mensual de gránulos de piña se estima alrededor de 178 kg y según uno de los entrevistados en el valle del cauca existe alrededor de 200 empresas que elaboran productos de panificación, galletería o usan ingredientes integrales, teniendo en cuenta que actualmente estas empresas ya cuentan con proveedores que les suministran este tipo de materias primas o similares y consolidando los volúmenes que podría adquirir el mercado potencial es de unos 2300 kg mes, es así que una microempresa podría en el primer año lograr una participación del 5% es decir unos 115 kg al mes confirmó el entrevistado.

Características de la materia prima requerida por el mercado

CARACTERÍSTICA	VALOR ESPECIFICADO	MÉTODOS Y REQUISITOS DE ACEPTACIÓN
1. REQUISITOS FÍSICOS		
APARIENCIA	Granulado seco, libre de impurezas.	Visual
COLOR	Característico	Visual
OLOR	Característico a la fruta	Organoléptico
SABOR	Característico a la fruta	Organoléptico
CONTENIDO DE AGUA	Máximo 10,0 % \pm 2,0 %	Garantizado por el proveedor
GRANULOMETRÍA	Pasa un 100% malla de 10 Mesh	Análisis granulométrico
2. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS		
MICROORGANISMOS MÉSÓFILOS	< 20000 UFC / g	Garantizado por el proveedor

3. VIDA ÚTIL	Mínimo 6 meses entre la fecha de recibo y la fecha de vencimiento	Verificación de la documentación adjunta e identificación de la materia prima.
4. COMPOSICIÓN: cáscara de fruta 100%, libre de preservativos, colorantes y/o ayudantes tecnológicos.		
5. IDENTIFICACIÓN: Cada caja de cartón corrugado debe venir identificada con: nombre del proveedor; nombre del producto, orden de compra, peso neto, fecha de producción y fecha de vencimiento.		
6. FORMA DE EMPAQUE: En bolsa de polietileno coextruido bien sellada y dentro de caja de cartón corrugado, la cual debe contener un peso neto máximo de 25 kg.		

Resultado de la caracterización fisicoquímica de los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa

La ficha técnica de los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa nos muestra sus características fisicoquímicas, es la compilación de los resultados obtenidos por inspección detallada del producto final, información del perfil sensorial y análisis realizados al producto terminado.



CARACTERÍSTICAS GENERALES			
GRANULOMETRÍA	Gránulos de 2mm \pm 1mm Porcentaje de retención en malla de 8 Mesh \leq 8,0%		
SABOR	Característico a piña		
COLOR	De amarillo claro a pardo		
OLOR	Característico de la fruta		
TEXTURA	Gránulos secos		
PRESENTACIÓN	Producto granulado libre de partículas extrañas e impurezas.		
USOS O FUNCIÓN	Puede emplearse como ingrediente en la preparación de infusiones de frutas y como ingrediente en la preparación de productos integrales como galletas o granolas		
ELEM. DIFERENCIADOR	Ingrediente 100% natural con aporte de fibra, bajo en calorías, fácil aplicación y vida útil estable y prolongada.		
HUMEDAD	Máximo 10,0 % \pm 2,0 %	MÉTODO DE ANÁLISIS	Determinador de humedad SARTORIUS.

Resultados del Perfil sensorial de los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa

En consenso los evaluadores definieron los gránulos deshidratados de piña como un producto con olor y sabor característico de la fruta en una intensidad moderada, se presenta notas cítricas y dulces en menor intensidad tal como se muestra en el formato consolidado.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01	
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HOJA: 2 DE: 2	
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA LISA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30	

	PERCEPCIÓN
0	NINGUNA
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL
3	DÉBIL
4	MEDIO
5	MODERADO
6	FUERTE
7	MUY FUERTE

ATRIBUTO	DESCRIPTORES	INTENSIDAD									
		0	1	2	3	4	5	6	7		
COLOR	Pantone 460 C - Amarillo Claro										
APARIENCIA	Brillante						x				
	Sedimento				x						
	Partículas en la superficie			x							
	Turbidez			x							
OLOR	Piña						x				
	Frutal						x				
	Dulce					x					
	Cítrico				x						
	Miel					x					
TEXTURA	Líquido acuoso										
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña						x				
	Acido					x					
	Frutal					x					
	Dulce				x						
	Cítrico					x					
SABOR REMANENTE	Acido						x				
	Piña						x				
	Dulce					x					
	Frutal					x					
	Cítrico					x					
SABOR PERSISTENTE	Ácido					x					
	Piña					x					
	Dulce					x					
	Cítrico				x						

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 CONCLUSIONES

- Se logró identificar las características fisicoquímicas de la cáscara de piña cayena lisa encontrándose un alto contenido de sólidos de 10.7 °Bx, un pH medianamente bajo de 4.1 y organolépticamente se caracterizó la cáscara como de textura firme, madura, con sabor y aroma típico de la fruta. Los anteriores son criterios de calidad que la calificaron como materia prima óptima para el proceso de obtención de gránulos deshidratados.
- El balance de materia ayudo a identificar de forma gráfica las distintas etapas involucradas en el proceso y la relación de rendimientos que se presentaron en cada una de ellas.
- Se pudo determinar que el tratamiento con solución de osmodeshidratación de 55 °Bx solo permitió bajar la humedad hasta el 67,53% en un lapso de tiempo de 4 horas y pasadas 5 horas esta solo desciende hasta el 67,17% lo que evidenció una saturación con líquido de la piña en la solución osmótica y por consiguiente un deficiente proceso, la solución de 65 °Bx logró en el mismo periodo de tiempo que la solución de 60 °Bx porcentajes de humedad para la cáscara de piña muy similares, estando del orden del 61,73% con el agravante que se usan mayores cantidades de azúcar lo que la convirtió en una solución de osmodeshidratación costosa e inviable económicamente. El peso del producto osmodeshidratado y escurrido fue de 2.606 kg lo que es un 52,12% del peso de la cáscara fresca con que se inició

- Se consiguió determinar que el proceso de osmodeshidratación de las cáscaras de piña cayena lisa con 80,23% de humedad inicial en soluciones de azúcar grado comercial + agua potable en concentraciones de 60 °Bx permitió osmodeshidratar en un lapso de tiempo de 4 horas las cáscaras de piña hasta lograr una humedad del 62,33% lo que se traduce en un 48% menos de la masa inicial y un 22,31% menos de humedad, convirtiéndolo en el mejor tratamiento desde el punto de vista técnico y económico comparándolo con los otros 2 tratamientos evaluados.
- Se evidenció que después de someter los 2.606 kg de cáscara de piña cubicada y osmodeshidratada a un proceso de secado con aire caliente en un horno de bandejas a $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ durante 4 horas y se consiguió una humedad inferior al 5% del cual se obtuvo 1.038 kg de producto seco ósea un 39,83% del producto osmodeshidratado que se ingresó al horno.
- Se logró identificar que por efectos del proceso de molienda se presentaron mermas de 0,145 kg, que fue producto residual adherido a las paredes del molino o no logró tener la granulometría requerida, pues eran partículas de más de 2.362 mm que no lograron fracturarse, en total se obtuvieron 0,893 Kg de cáscara de piña cayena lisa granular deshidratada y molida. El producto obtenido se tamizó, el 100% del producto pasó el tamiz de 8 mesh, un 87% quedó retenido en el tamiz de 32 mesh y un 13% logró atravesarlo.
- En cuanto al rendimiento de proceso se estimó en un 58.97% encontrándose por encima de los rendimientos estándar para las frutas.
- La herramienta estadística ANOVA permitió determinar que la concentración en °Bx del jarabe influye de manera importante sobre los valores que pueda tomar la variable dependiente humedad, hasta con un 95% de probabilidad.

- Se logró verificar mediante el diseño experimental una dependencia significativa de las variables velocidad del proceso de osmodeshidratación de la cáscara de piña y el porcentaje de humedad de la misma en diferentes periodos de tiempo vs la concentración en °Bx de la solución de azúcar grado comercial + agua potable a la que fueron sometidas
- Se comprobó que el proceso de osmodeshidratación de cáscara de piña y posterior secado con aire caliente es técnica y económicamente viable, el margen de contribución para el producto es del 47,3% con unos costos de \$17.346 el kg y un precio de venta de \$25500 el kg, también se evidenció un mercado para este tipo de productos con multiplicidad de aplicaciones como en producto integrales de panificación e infusiones.
- Se identificó como mercado objetivo de los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa son algunas empresas fabricantes de productos de galletería, panadería y suplementos dietarios.
- Se logró establecer que las características fisicoquímicas del producto terminado cumple con los parámetros óptimos tales como un porcentaje de humedad por debajo del 5%, una granulometría homogénea con partículas de no más de 3mm que permiten su aplicación en alimentos naturales e integrales. El análisis organoléptico realizado aplicando 2g del producto en infusión en agua caliente lo describieron de apariencia brillante, con aromas fuertes de piña y frutal, sabores característicos de piña, ácidos y frutales medios.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es muy importante tener en cuenta que el proveedor de las cáscaras de piña entregue las mismas con la menor cantidad de hojas u otras impurezas pues éstas bajan los rendimientos del proceso en la fase de limpieza y selección.
- Se recomienda realizar ensayos a nivel industrial con baches superiores a 50 kg de cáscara de piña cayena lisa fresca de tal forma que los resultados obtenidos resulten más significativos y permitan estandarizar de mejor forma el proceso productivo previo a una primera producción.
- Se sugiere realizar el estudio de vida útil al producto en condiciones de almacenaje tales como un lugar limpio y seco, donde no haya contacto directo con la luz, y alejado de productos con fuertes aromas.
- Se recomienda evaluar la posibilidad de utilizar el jarabe de osmodeshidratación después de 2 o 3 usos ya que de esta forma se pueden disminuir los costos al tener un producto con una concentración de 47 °Bx que funciona aún para posteriores procesos de osmodeshidratación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, I. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Alejandra, R., & Pacheco de Delahay, E. (Abril de 2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Scielo*, XXXIV(4), 293-298.
- Barbosa, C. G., Vega, M. H., & Ibarz, R. A. (2000). Deshidratación de alimentos. En *Deshidratación de alimentos 2000* (pág. 297). Zaragoza: Acribia.
- Bourillón, R. A., & Gutierrez, F. (2005). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Redalyc*, 1-12.
- Caballero, C. M., Silva, S. L., López, H. I., José, J. A., Montes, B. L., Cortés, M. C., y otros. (2008). Reducción de tamaño para sólidos. *VirtualPro*, 43 .
- Caleb, N. (2007). Refractance Window Dehydration Technology: A Novel. *Taylor & Francis Group*, 1 - 12.
- Hernandez, T. A., & Cornejo, F. (2011). Desarrollo de Rodajas Deshidratadas de Piña. *Dspace*, 1-6.
- ICONTEC. (2009). *Norma tecnica Colombiana NTC 3929* (Primera actualización ed.). Santa fé de Bogotá D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Marulanda, C. (2005). *Módulo Costos y Presupuestos*. Medellín: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Múnera, R. (2009). *Termodinámica*. Palmira: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Muñoz, D., & Cabrera, G. (Marzo de 2006). El secado directo e indirecto de piña. *Scienti*, IV(1), 58-69.
- Olarte, C. G. (2012). *Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2012, de Universidad Nacional de

Colombia:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrudes/p3.htm>

Puente, L., Lastreto, S., Mosqueda, M. J., Saavedra, J., & Cordoba, A. (2010). *INFLUENCIA DE UN PRETRATAMIENTO OSMÓTICO SOBRE LA DESHIDRATACIÓN POR AIRE CALIENTE DE MANZANA GRANNY SMITH*. Medellín: Dyna.

Química Aromática Andina. (2002). Vocabulario sensorial. Q.A.A , 35.

Riaño, C. (2005). *Módulo de diseño experimental* (Primera edición ed.). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Universidad de antioquia; facultad de química farmacéutica. (s.f.). *Producción, transformación y comercialización de pulpas de frutas tropicales*. Recuperado el 03 de 10 de 2012, de <http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/pina.html>

Vargas, M. (2011). *Módulo Fundamentos de Mercadeo*. Bucaramanga: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

ANEXOS

Se presentan los análisis fisicoquímicos realizados para los gránulos deshidratados de cáscara de piña cayena lisa, en un laboratorio externo:

Anexo. 1 Características fisicoquímicas.

GRASA	1,54 -1,61	MÉTODO DE ANÁLISIS	Pensilvania
CENIZA	2,61-2,72%	MÉTODO DE ANÁLISIS	Calcinación de la materia orgánica
PROTEÍNA	4,66-4,85%	MÉTODO DE ANÁLISIS	microkjeldahl
FIBRA CRUDA	34,94-36,37%	MÉTODO DE ANÁLISIS	Digestión acido-alcalina
CARBOHIDRATOS TOTALES	80,68-83,97%	MÉTODO DE ANÁLISIS	Diferencia
K CALORÍAS /100g	363± 10	MÉTODO DE ANÁLISIS	Cálculo matemático

Anexo. 2 Formatos diligenciados del perfil sensorial

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01																
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HORA: 2																
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA LISA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30																
<p>PERCEPCIÓN</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>NINGUNA</td></tr> <tr><td>1</td><td>DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE</td></tr> <tr><td>2</td><td>IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL</td></tr> <tr><td>3</td><td>DÉBIL</td></tr> <tr><td>4</td><td>MEDIO</td></tr> <tr><td>5</td><td>MODERADO</td></tr> <tr><td>6</td><td>FUERTE</td></tr> <tr><td>7</td><td>MUY FUERTE</td></tr> </table>			0	NINGUNA	1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE	2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL	3	DÉBIL	4	MEDIO	5	MODERADO	6	FUERTE	7	MUY FUERTE
0	NINGUNA																	
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE																	
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL																	
3	DÉBIL																	
4	MEDIO																	
5	MODERADO																	
6	FUERTE																	
7	MUY FUERTE																	
ATRIBUTO	DESCRPTORES	INTENSIDAD																
		0 1 2 3 4 5 6 7																
COLOR	partes de la cáscara de la piña																	
APARIENCIA	Brillante																	
	Sedimento																	
	Partículas en superficie																	
	turbidez																	
OLOR	piña																	
	frutal																	
	Dulce																	
	Cítrico																	
	Miel																	
TEXTURA	Líquido acuoso																	
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña																	
	Acido																	
	frutal																	
	Dulce																	
	Cítrico																	
SABOR REMANENTE	Acido																	
	Piña																	
	Dulce																	
	frutal																	
	Cítrico																	
SABOR PERSISTENTE	Acido																	
	Piña																	
	Dulce																	
	Cítrico																	

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01																
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HORA: 3																
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA LISA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30																
<p>PERCEPCIÓN</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>NINGUNA</td></tr> <tr><td>1</td><td>DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE</td></tr> <tr><td>2</td><td>IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL</td></tr> <tr><td>3</td><td>DÉBIL</td></tr> <tr><td>4</td><td>MEDIO</td></tr> <tr><td>5</td><td>MODERADO</td></tr> <tr><td>6</td><td>FUERTE</td></tr> <tr><td>7</td><td>MUY FUERTE</td></tr> </table>			0	NINGUNA	1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE	2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL	3	DÉBIL	4	MEDIO	5	MODERADO	6	FUERTE	7	MUY FUERTE
0	NINGUNA																	
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE																	
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL																	
3	DÉBIL																	
4	MEDIO																	
5	MODERADO																	
6	FUERTE																	
7	MUY FUERTE																	
ATRIBUTO	DESCRPTORES	INTENSIDAD																
		0 1 2 3 4 5 6 7																
COLOR	partes de la cáscara de la piña																	
APARIENCIA	Brillante																	
	Sedimento																	
	Partículas en superficie																	
	turbidez																	
OLOR	piña																	
	frutal																	
	Dulce																	
	Cítrico																	
	Miel																	
TEXTURA	Líquido acuoso																	
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña																	
	Acido																	
	frutal																	
	Dulce																	
	Cítrico																	
SABOR REMANENTE	Acido																	
	Piña																	
	Dulce																	
	frutal																	
	Cítrico																	
SABOR PERSISTENTE	Acido																	
	Piña																	
	Dulce																	
	Cítrico																	

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HORA: 2 DE 2
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA USA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30

PERCEPCIÓN	
0	NINGUNA
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL
3	DÉBIL
4	MEDIO
5	MODERADO
6	FUERTE
7	MUY FUERTE

ATRIBUTO	DESCRPTORES	INTENSIDAD							
		0	1	2	3	4	5	6	7
COLOR	Polvoroso 4-6C Amarillo claro								
APARIENCIA	Brillante								
	Sedimentado								
	Partículas en la superficie								
	Turbidez								
OLOR	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
TEXTURA	Líquido grueso								
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
SABOR REMANENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Frutal								
	Cítrico								
SABOR PERSISTENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Cítrico								

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HORA: 2 DE 2
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA USA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30

PERCEPCIÓN	
0	NINGUNA
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL
3	DÉBIL
4	MEDIO
5	MODERADO
6	FUERTE
7	MUY FUERTE

ATRIBUTO	DESCRPTORES	INTENSIDAD							
		0	1	2	3	4	5	6	7
COLOR	Polvoroso 4-6C Amarillo claro								
APARIENCIA	Brillante								
	Sedimentado								
	Partículas en la superficie								
	Turbidez								
OLOR	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
TEXTURA	Líquido grueso								
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
SABOR REMANENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Frutal								
	Cítrico								
SABOR PERSISTENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Cítrico								

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA		CÓDIGO: PERFIL - 01
CLASE DE DOCUMENTO: PERFIL SENSORIAL		HORA: 2 DE 2
TÍTULO: PERFIL SENSORIAL GRÁNULOS DESHIDRATADOS DE CÁSCARA DE PIÑA CAYENA USA		FECHA ELABORACIÓN: 2012-08-30

PERCEPCIÓN	
0	NINGUNA
1	DIFERENTE AL AGUA, PERO GUSTO NO IDENTIFICABLE
2	IDENTIFICABLE, PERO MUY DÉBIL
3	DÉBIL
4	MEDIO
5	MODERADO
6	FUERTE
7	MUY FUERTE

ATRIBUTO	DESCRPTORES	INTENSIDAD							
		0	1	2	3	4	5	6	7
COLOR	Polvoroso 4-6C Amarillo claro								
APARIENCIA	Brillante								
	Sedimentado								
	Partículas en la superficie								
	Turbidez								
OLOR	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
TEXTURA	Líquido grueso								
SABOR (AROMA Y GUSTO)	Piña								
	Frutal								
	Dulce								
	Cítrico								
	Miel								
SABOR REMANENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Frutal								
	Cítrico								
SABOR PERSISTENTE	Acido								
	Piña								
	Dulce								
	Cítrico								